Praktična

ELEKTRONIKA 2

FIL.M.2016

Filipović D. Miomir

PRAKTIČNA REALIZACIJA ELEKTRONSKIH UREĐAJA



PREDGOVOR

Ovo je druga knjiga iz serije *"Praktična* ELEKTRONIKA", koja je posvećena onima koji žele da sami, svojim rukama, izrade neki elektronski uređaj, kao što su ispravljač, audio-pojačavač, kartica za kompjuter, radio-prijemnik, radio-predajnik, alarmni uređaj itd.

U ovoj knjizi su opisani neophodni alati i instrumenti, postupci kompletiranja uređaja, izrada štampane pločice, izrada kutija i hladnjaka i dato više primera praktične realizacije uređaja.

Autor se nada da će znanje stečeno pažljivim čitanjem ove knjige omogućiti čitaocima da naprave neki elektronski uređaj i da uživaju u njegovoj upotrebi.

Na slikama ima i informacija koje ne možete da zapazite jer su toliko sitno nacrtane ili napisane da na prvi pogled izgledaju kao obične mrlje na ekranu. Da biste lepše videli te "mrlje", zumirajte slike koristeći naredbu *Marquee Zoom* ili pritiskom na dirke Ctrl+ i Ctrl-.

Za vežbu, uveličajte "mrlju" koja se nalazi u prvom slovu potpisa autora ove knjige, odmah iznad ovog teksta.



Kada u sadržaju pronađete šta vas interesuje, kliknite na ikonicu Pages, pa na ikonicu strane.



SADRŽAJ

UVOD

Kao što je rečeno u predgovoru prve knjige, za praktičnu realizaciju velikog broja interesantnih i korisnih elektronskih uređaja, koji će biti opisani u sledećim knjigama serije "*Praktična* ELEKTRONIKA" dovoljno je znanje stečeno u osnovnoj školi, nije potreban nikakav instrument, a jedini alat bez koga se ne može je lemilica.

Već samom izradom uređaja opisanih u knjigama serije "*Praktična* ELEKTRONIKA", čitalac povećava svoje teorijsko znanje, naročito ako ne preskače delove teksta u kojima su data teorijska objašnjenje rada pojedinih elektronskih kola, tako da i on postaje sposoban da sam konstruiše neki nov, sličan uređaj.

Što se tiče alata, vrlo brzo se uviđa da se žice, nožice tranzistora, otpornika i ostalih komponenata mnogo lakše i preciznije seku i skraćuju sečicama nego makazama ili nožem, da se lakše i bolje lemi ako se komponente pridržavaju pincetom umesto prstima, da se rupe brže buše električnom nego ručnom bušilicom, itd.

Slično je i sa instrumentima, bez njih se može ali je sa njima mnogo lakše. Prvi, a često i jedini, instrumenat svih elektroničara je univerzalni instrument pomoću koga mogu da se mere naponi, struje i otpornosti, a kod onih skupljih i kapacitivnosti kondenzatora, učestanost, koeficijent strujnog pojačanja tranzistora, itd. U poglavlju 1.6 ove knjige je opisan jedan jednostavan digitalni univerzalni instrument, kao i postupak njegovog praktičnog korišćenja.

Za one koji nemaju nikakav instrument, u prvoj knjizi serije u glavi pod nazivom "Ispitivač provodnosti", opisana je izrada i upotreba jednog jednostavnog instrumenta pomoću koga može da se proverava ispravnost tranzistora, dioda, kalemova i drugih komponenata, a u poglavlju 4.2, je opisan jedan jednostavan elektronski instrument za proveru ispravnosti tranzistora i merenje njihovog koeficijenta strujnog pojačanja.



1. BEZ ALATA NEMA ZANATA

Kao i u svakom drugom poslu, i pri praktičnoj realizaciji elektronskih uređaja potrebno je imati i odgovarajuće alate. Svi oni mogu da se podele u dve osnovne grupe: one bez kojih se ne može i one koji su korisni ali nisu baš neophodni. Pri tome, podrazumeva se da nije potrebno spominjati čekić, obična klešta, odvrtku, neku testeru, turpiju i ostale slične alatke koje bi trebalo da poseduje svako domaćinstvo koje nema "para za bacanje", a ima bar jednog člana sa "zlatnim rukama".

1.1. Lemilica i lemljenje

Povezivanje tranzistora, otpornika, kondenzatora i ostalih komponenata (elemenata) nekog elektronskog kola može da se obavi pomoću različitih opruga, štipaljki, zavrtnja i sl., ali ta rešenja nisu pouzdana i mogu da se primene samo u jednostavnim uređajima, ili pri eksperimentisanju i proveravanju nekog jednostavnog elektronskog kola. I takva jednostavna rešenja će biti opisana u tekstu koji sledi, ali pravo rešenje je povezivanje koje se vrši lemljenjem, pomoću lemilice. Lemilica spada u alate bez kojih nikako ne možete da se upustite u praktičnu realizaciju elektronskih uređaja opisanih u različitim knjigama "*Praktične* ELEKTRONIKE".

Glavni deo svake lemilice je metalna šipka koja se pomoću električnog grejača zagreva na temperaturu nešto višu od temperature na kojoj se topi kalaj. Vrh šipke je pogodno obrađen, obično je u obliku tupog sečiva ili vrlo izdužene kupe sa zaobljenim vrhom, što omogućuje lakši pristup tački u kojoj se vrši lemljenje. Postoji više vrsta lemilica, neke od njih su vrlo skupe jer imaju zamenljive vrhove, mogućnost regulacije temperature, ugrađenu vakuum pumpu i sl., ali, "boj ne bije svijetlo oružje", odlični rezultati mogu da se ostvare i sa najjednostavnijom lemilicom.

Snaga jednostavne lemilice bez ikakvih dodataka treba da je u granicama od 12 do 25 vati. Snažnije lemilice nisu pogodne jer pri radu sa njima može da dođe do oštećenja štampane ploče i komponenata kola. Ali, korisno je imati i jednu snažniju lemilicu koja se koristi pri lemljenju metalnih ploča, vrlo debelih žica i sl. (Autor ovih redova poseduje tri lemilice: 18 W - koju najčešće koristi, 80 W - kojom je jednom prilikom krpio probušeni rezervoar za benzin na automobilu i onu sa slike 1.1-e.)

Fotografije nekoliko lemilica su date na slici 1.1. Na slici 1.1a je tipična lemilica snage 30 W, za mrežni napon od 220 V sa kablom i šuko utikačem. U levom gornjem uglu je fotografija na kojoj je prikazan komad kartona na kome je namotan kalaj za lemljenje

u obliku žice, poznate pod imenom tinol žica, ili, kraće, samo tinol. To, zapravo, nije čist kalaj već legura kalaja i olova, a nije ni obična žica već šuplja žica u čijoj se unutrašnjosti nalazi kalofonijum. To je tamna smesa koja se topi zajedno sa kalajem i veoma olakšva lemljenje.

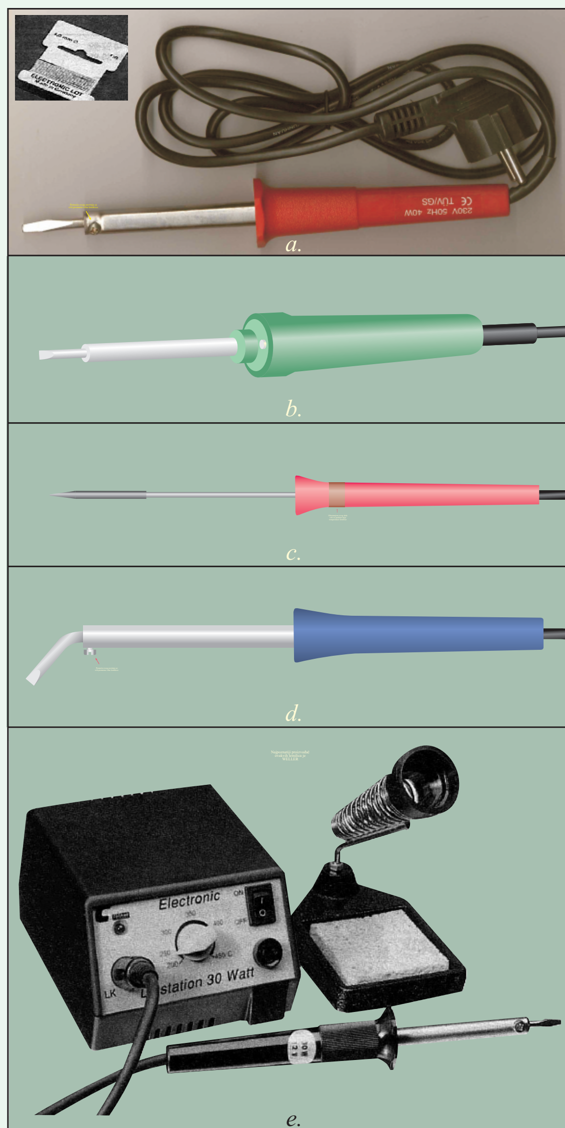
Na slici 1.1b je lemilica snage 50 W/220 V, čija snaga (a time i temperatura) može da se reguliše okretanjem prednjeg (okruglog) dela.

Na slici 1.1c je minijaturna lemilica (njena dužina je140 mm), snage 8 W, koja se napaja iz izvora jednosmernog napona od 12 V. To je ispravljač ali, može da bude i akumulator. Napajanje iz jednosmernog izvora struje malog napona ima izvesnih prednosti u odnosu na lemilice koje se napajaju iz gradske mreže. Mala snaga i tanak i ušiljen vrh čine ovu lemilicu vrlo pogodnom za lemljenje SMD komponenata.

Snažna lemilica snage 80W/220V, o kojoj je bilo reči, je na slici 1.1d.

Na slici 1.1e je fotografija lemilice koja se na mrežu ne priključuje direktno, već preko transformatora. Uz ovu lemilicu se kupuje i komplet vrhova različite veličine. Temperatura može da se podešava na potrebnu vrednost pomoću dugmeta na prednjoj strani kutije. Desno od kutije, u kojoj su transformator i potrebna elektronska kola, je metalno kućište za sunđer o koji se, s vremena na vreme, obriše vrh lemilice. (Korisno je i uz druge lemilice imati neki sličan sud sa komadom navlaženog sunđera, o koji se briše vrh lemilice.) Na kućištu je namontiran držač za lemilicu u obliku spirale, u kome lemilica stoji kada se ne koristi.

Lemljenje nije tako jednostavan posao kao što se čini na prvi pogled. Glavni problem je u tome što, tokom vremena, nožice mnogih komponenata, bakarna folija na štampanoj pločici, i sve druge površine metala (svih, osim zlata) oksidišu i ne "primaju" kalaj, bez obzira koliko vi to uporno pokušavali. Jedino rešenje u takvim slučajevima je da se skalpelom, žiletom, oštrim nožem ili komadom šmirgl papira očisti oksid, tako da nožice i metalne površine "sinu". Dobro očišćene površine su osnovni uslov za uspešno lemljenje. Početnici tome obično ne pridaju potrebnu pažnju pa je krajnji rezultat uređaj koji loše radi ili uopšte ne daje znake života. Onda počinje mukotrpan, često i bezizgledan, posao traženja greške, odnosno traženje tzv. hladnog lema, skidanje i vraćanje komponenata, lomljenja nožica itd., sve to uz nerviranje koje se sve više pojačava i dodatno komplikuje situaciju i smanjuje mogućnost uspešnog završetka posla. Kad se površine dobro očiste, ako je u pitanju lemljenje dve žice, žice i neke metalne pločice, dve pločice i sl., oba dela koji se leme treba kalajisati. Vrh tinol žice i vrh lemilice se zajedno naslone na deo koji se kalajiše i lagano pomeraju, tako da se na delu obrazuje tanak, ravnomeran sloj kalaja. Zatim se kalajisani delovi naslone jedan na drugi, a na njih se naslone vrh tinola i lemilica, i drže neko vreme, tako da kalaj ravnomerno obuhvati oba dela. Na kraju se, prvo tinol, a zatim i lemilica, odvoje i sačeka nekoliko sekundi da se spoj ohladi.

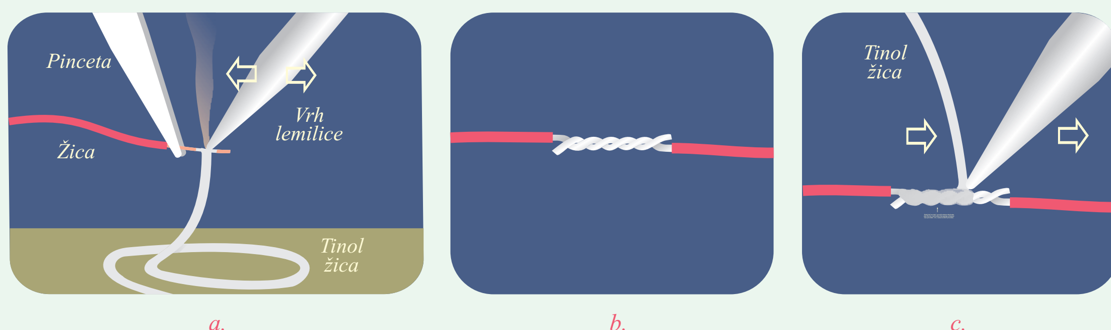


Slika 1.1. Lemilice

Lemilicu ne treba držati ni predugo, ali ni prekratko na spoju koji se lemi. Ako se drži predugo, toplota može da ošteti komponente koje se spajaju, a ako se drži prekratko, spoj nije dobar. Opšte je pravilo da tanje žice, male ušice, male kontaktne pločice i slično treba lemiti kraće vreme, a deblje žice, veće pločice i slično, duže. Zapravo, lemilicu treba držati sve dok se delovi koji se leme ne zagreju na temperaturu nešto veću od temperature na kojoj se topi kalaj, tek tada će on preći na njih.

Preporučljivo je za početnike da, ako je moguće uz pomoć nekog iskusnijeg kolege, malo vežbaju, lemeći razne žice, pločice i slično, jer će im stečena praksa omogućiti da izbegnu vrlo razočaravajuća iznenađenja u obliku tzv. hladnih spojeva.

Vrlo je korisno da se pri lemljenju koristi pinceta, o kojoj će kasnije biti više reči. Njome se drži nožica komponente koja se lemi. Pinceta pri tome ima još jednu značajnu ulogu: preko nje se odvodi toplota, tako da ova ne može da ošteti komponente kao što su



Slika 1.2. Spajanje dve žice lemljenjem: a - kalajisanje vrhova, b - upredanje kalajisanih vrhova, c - natapanje kalajem

germanijumske diode i tranzistori i ostale komponente osetljive na visoku temperaturu.

Korisno je, pri lemljenju dve žice, žice i neke ušice i slično, misliti i na mehaničku otpornost spoja. Na primer, kada lemljenjem spajate dve žice, prvo ih skalpelom dobro očistite od prljavštine. Zatim ih kalajišite. Postupak je prikazan na slici 1.2a. Očišćeni deo žice i vrh lemilice se naslone na vrh tinol žice koja je tako savijena da stoji na stolu, a onaj njen kraj koji se koristi štrči na gore. Žica i lemilica se lagano pomeraju na dole i levo-desno, tako da deo žice koji se klajiše stalno bude u rastopljenom kalaju. Kalajisanje je završeno kad se na žici sa svih strana uhvati ravnomeran tanak sloj kalaja.Zatim se krajevi žica uvrnu jedan oko drugog (sl. 1.2b) i natope kalajem (sl.1.2c).

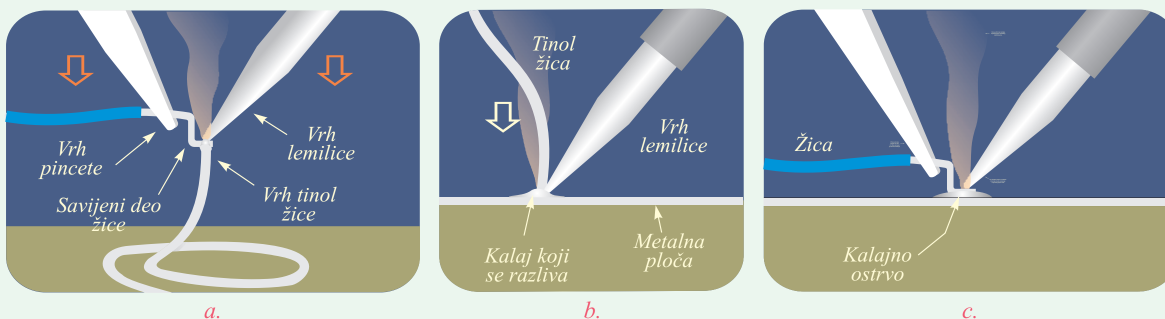
Na sličan način ćete postupiti i kada na priključke (nožice) za bazu i emiter nekog tranzistora velike snage (recimo 2N3055 ili neka druga slična komponenta, lemite žice kojima se tranzistor spaja sa ostalim komponentama koje su na štampanoj ploči. Prvo vrh žice očistite i kalajišite, pa ga nekoliko puta čvrsto omotajte oko nožice i zatim taj spoj natopite kalajem.

Kao drugi primer lemljenja, na slici 1.3 je prikazano kako se žica lemi za neku metalnu površinu, nje se lepo i lako obavlja vrhom lemilice kojim je prethodno "uhvaćeno" malo kalaja.

Lemljenje je vrlo olakšano i ako se koristi pasta za lemljenje ili rastvoreni kalafonijum kojima se, u tankom sloju, premazu provodnici koji se leme. Pri nabavci paste, pazite da to ne bude pasta sa kiselinom (nju koriste limari), jer deo paste koji ostane po završenom lemljenju, nastavlja da nagriza metalne provodnike i vremenom ih uništi. Što se tiče autora ovog teksta, on sa pastom ima loše iskustvo, bez obzira što je na tubi pisalo da je to pasta bez kiseline, pa je više uopšte ne koristi, što preporučuje i čitaocima. Ove preporuke se naročito treba pridržavati pri praktičnoj realizaciji elektronskih uređaja koji rade na visokim učestanostima, kao što su radio-predajnici, radio-prijemnici i sl.).

Kalofonisanje nožice otpornika, kalajisanje i lemljenje na bakarnu foliju prikazani su na slici 1.4.

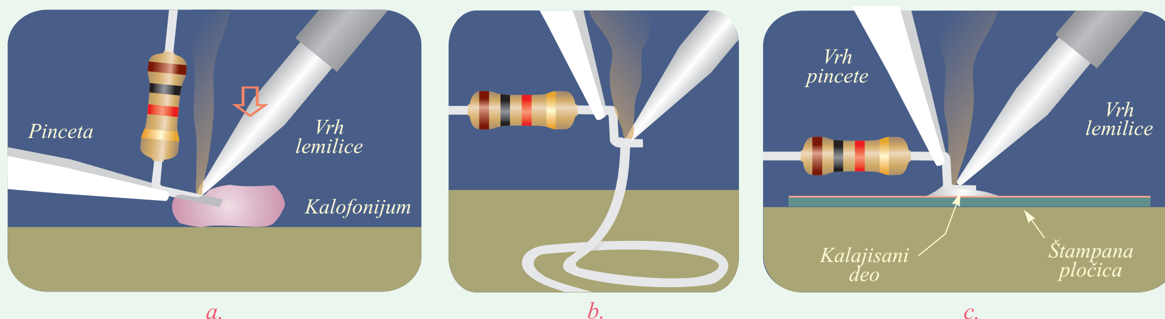
Svi električni i elektronski uređaji kroz koje protiče električna struja, naročito oni u kojima se ta struja prekida (to su na pr. kućni uređaji u kojima postoje elektromotori sa četkicama, električne svećice u automobilima i sl.) su izvori električnih smetnji. Oko njih se stvara elektromagnetno polje koje u svim okol-



Slika 1.3. Lemljenje žice na metalnu površinu: a - kalajisanje vrha žice, b - kalajisanje metalne površine c - lemljenje vrha žica za metalnu površinu

recimo za bakarnu foliju na kaširanom pertinaksu od koga se prave štampana kola (PCB). Sa kraja žice se skine izolacija u dužini od oko 5 mm, taj kraj se savije i kalajiše, kao što je prikazano na slici 13a. Zatim se, prema slici 1.3b, vrh lemilice i vrh tinol žice naslone na bakarnu površinu i drže naslonjeni dok se kalaj ne razlije po površini i obrazuje malo ostrvo od kalaja. Na kraju, prema slici 1.3c, kalajisani kraj žice se nasloni na površinu i pritisne vrhom lemilice, na koji se prethodno doda malo kalaja, sačeka se nekoliko sekundi i lemilica odvoji.

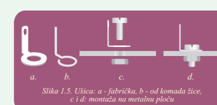
Lemljenje je veoma olakšano ako se koristi kalofonijum. On se u prodavnicama elektrotehničke i hemijske robe prodaje u obliku grumenova tamne žutosmeđe boje. (Može da se kupi i u prodavnicama muzi- nim električnim provodnicima indukuju napone koji ometaju normalana rad TV prijemnika, radio-prijemnika i ostalih VF uređaja, ali, ako su dovoljno snažni, mogu da ometaju normalan rad i drugih elektronskih uređaja. Najbolji način zaštite od takvih smetnji je da se elektronski uređaj ugradi u metalnu kutiju koja deluje kao Faradejev kavez i koja sprečava da elektromagnetna polja prodru do samog uređaja. Da bi metalna kutija uspešno obavljala ulogu Faradejevog kaveza, neophodno je da se ta kutija, komadom žice ili na neki drugi način, spoji sa masom elektronskog uređaja. Ali, za lemljenje na veću i masivniju metalnu površinu je potrebna lemilica snage par stotina vati, a i sa njom nije moguće lemiti na aluminijum. Zato se povezivanje metalne kutije sa masom



Slika 1.4. Lemljenje otpornika na bakarnu foliju: a - kalofonisanje, b - kalajisanje, c - lemljenje

čkih instrumenata. To je kalofonijum koji koriste violinisti, ali je on dobar i za lemljenje.). U kalafonijum se, pred sam početak lemljenja, kratkotrajno "zagnjuri" vrh lemilice i lemljenje je i bolje i pouzdanije. Još je bolje ako se, prema slici 1.4a, u kalofonijum vrhom lemilice utisne deo koji se kalajiše. Kad se izvadi, na ovom delu će sa svih strana biti kalofonijum i kalajisa- uređaja obavlja tako što se na kutiji izbuši rupa i na metalnu površinu pričvsti (zakivanjem ili pomoću zavrtnja) metalna ušica za koju se lemi žica. Izgled ušice i postupak pričvršćivanja pomoću zavrtnja, prikazani su na slici 1.5.

Slika 1.5. Zumirajte.

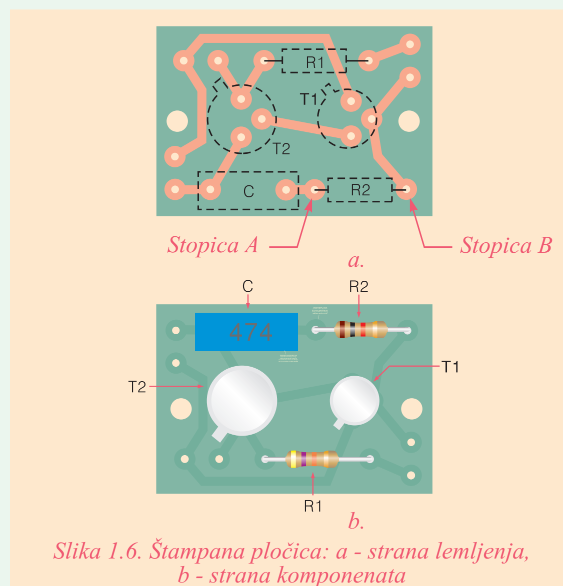


Slika 1.5. Ušica: a - fabrička, b - od komada žice, c i d: montaža na metalnu ploču

1.1.1. Lemljenje na štampanoj ploči

Većina savremenih elektronskih uređaja se realizuju u tehnici štampanih kola. Štampano kolo se pravi na pločici od pertinaksa, vitroplasta ili nekog drugog izolacionog materijala, debljine oko 1,5 mm. Jedna strana pločice je presvučena tankim slojem bakra i naziva se strana štampe ili strana bakra. Specijalnim postupkom, koji je opisan u tekstu koji sledi, suvišan bakar se uklanja i na pločici ostaju samo stopice i bakarne linije pomoću kojih se ostvaruju potrebni spojevi izmedju komponenata. U centrima stopica buše se rupe prečnika oko 1 mm i kroz njih provlače krajevi (nožice) komponenata. Komponente se montiraju na strani na kojoj nije bio bakarni sloj (to je tzv. strana komponenata), a lemljenje se vrši na drugoj strani, na strani štampe.

Postupak lemljenja komponenata na štampanoj pločici biće objašnjen na primeru štampane pločice koja je prikazana na slici 1.6. Na slici 1.6a je pogled na pločicu sa strane na kojoj su stopice u obliku malih krugova, u koje se leme nožice komponenata, i bakarne linije kojima su ostvarene potrebne veze izmedju stopica. Ta strana se naziva *strana bakra* ili *strana lemljenja*. Komponente su sa druge strane i ne mogu da se vide, pa su nacrtane isprekidanim linijama. Ta druga strana pločice, na kojoj se nalaze komponente je prikazana na slici 1.6b. To je *strana komponenata*. Komponente su dva otpornika, dva tranzistora i jedan kondenzator. Na ovoj slici se naziru linije, mada su one na suprotnoj strani. To je zbog toga što je pločica napravljena od vitroplasta, koji je u izvesnoj meri providan.



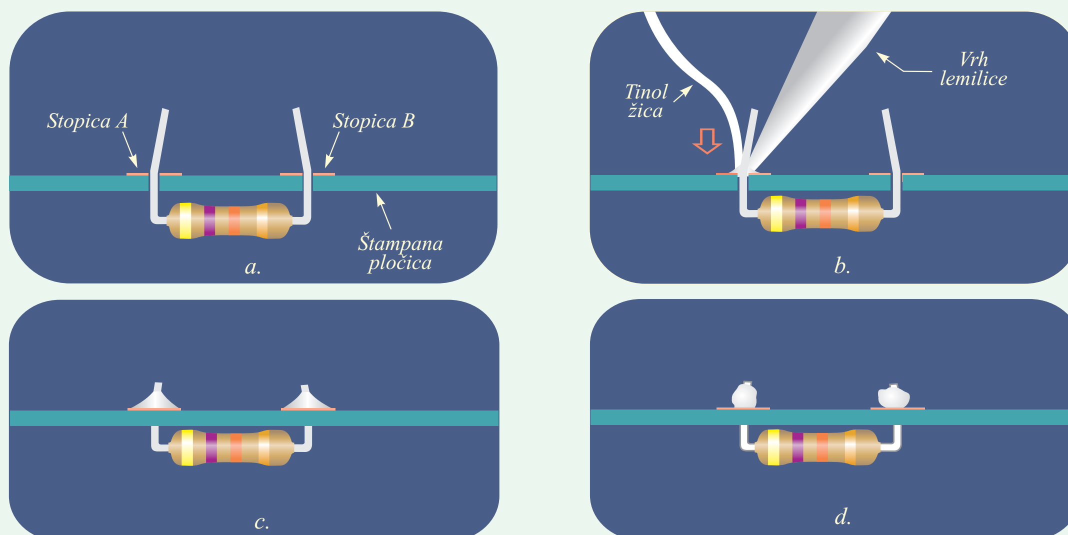
Slika 1.6. Štampana pločica: a - strana lemljenja, b - strana komponenata

Montaža i lemljenje nožica komponenata može da se vrši bilo kojim redosledom, ali je praktičnije da se prvo leme komponente najmanje visine, pa malo veće itd. U tom smislu, prvo treba montirati i zalemiti kratkospojnike (džampere), pa otpornike, tranzistore i integrisana kola, blok-kondenzatore itd., i na kraju elektrolitske kondenzatore, kalemove, transformatore i sl. Vrlo je korisno i da se komponente koje su nežne konstrukcije, tako da mogu lako da se oštete, montiraju poslednje. Žice kojima se štampana pločica povezuje sa zvučnikom, baterijom itd. se montiraju poslednje.

O projektovanju i izradi štampane ploče biće reči kasnije, sada pogledajmo kako se montiraju i leme komponente, na primer jedan od otpornika. Na slici 1.7a je prikazan pravilan položaj otpornika. Njegovi krajevi su savijeni i provučeni kroz rupice na štampanoj ploči. Telo otpornika je malo (oko 1 mm) odmaknuto od pločice, što se najlakše postiže tako što se između otpornika i pločice stavi komadić kartona koji se izvadi kad se završi sa lemljenjem. Takva položaj otpornika je preporučljiv, ako se radi o otporniku veće snage koji se prilično zagreva tokom rada. Većina otpornika u elektronskim uređajima je male snage (najčešće jedna četvrtina vata), pa se montiraju tako da budu naslonjeni na pločicu, kao što je i urađeno na sledećim slikama. Kada na pločici ima više otpornika, što je skoro redovan slučaj, štedi se na vremenu ako se prvo svi otpornici postave na svoja mesta, i pločica okrene i njihove nožice zaleme. Da bi se sprečilo da, pri okretanju pločice, neki od otpornika ispadne ili se delimično izvuče, provučene nožice treba malo saviti, kao što je učinjeno na slici.

Pločica, sa stranom lemljenja okrenutom na gore, se stavi na sto. Lemilica se drži jednom rukom a tinol žica drugom. Vrh lemilice i vrh tinol žice se, kao na slici 1.7b, zajedno naslone na stopicu, tako da vrh lemilice istovremeno dodiruje i bakarnu foliju i izvod otpornika i vrh tinol žice. Kalaj se topi, pa tinol žicu treba lagano gurati na dole. Rastopljeni kalaj se vezuje i za izvod otpornika i za bakarnu foliju, obrazujući malu kupu. Zatim se tinol i lemilica odmaknu i sačeka nekoliko sekundi. Pošto ste zalemili jedan kraj, proverite da li otpornik i dalje stoji u potrebnom položaju, pa zalemite i drugi kraj. Sečicama skratite izvode, tako da zalemljeni otpornik izgleda kao na slici 1.7c.

Ako bilo bakarna folija bilo nožice nisu čisti, spoj može da dobije jedan od oblika na slici 1.7d, ili nešto slično. Upornim dodavanjem kalaja može da se ostvari spoj koji liči na spojeve sa slike 1.7c. Na prvi pogled on može da bude dobar, ali električnog spoja između

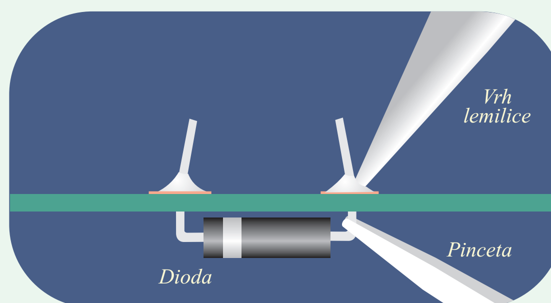


Slika 1.7. Postupak lemljenja otpornika na štampanu pločicu

provodnika i bakarne folije nema ili je vrlo loš.

To je tzv. hladan spoj, prvi neprijatelj svih početnika. (Dešava se i da u početku električni spoj postoji, pa se posle izvesnog vremena izgubi, a njegovo kasnije pronalaženje, na štampanoj pločici sa više desetina sličnih spojeva je vrlo mukotrpan posao, što je dobro poznato svim serviserima elektronskih uređaja.) Nema druge, otpornik treba izvaditi i dobro mu, žiletom, skalpelom i sl., očistiti nožice. Takođe treba očistiti i bakarnu foliju, pa ponoviti lemljenje. Naravno ovo vađenje i ponovno lemljenje je veliki gubitak vremena, pa je ipak najbolje da pre početka montaže komponenata, dobro očistite štampanu pločicu (tako da bakar sine) i nožice komponenata, ako je to potrebno, tj. ako komponente nisu nove.

Ako su komponente koje se leme osetljive na toplotu (germanijumske diode, tranzistori itd.), odnosno ako preterano zagrevanje nožica može da ih ošteti, tada njihovu nožicu koja se lemi treba, sa strane komponenata, držati pincetom ili špicastim kleštima, preko kojih se dvodi toplota i sprečava pregrevanje, kao što je to, za slučaj diode, prikazano na slici 1.8.

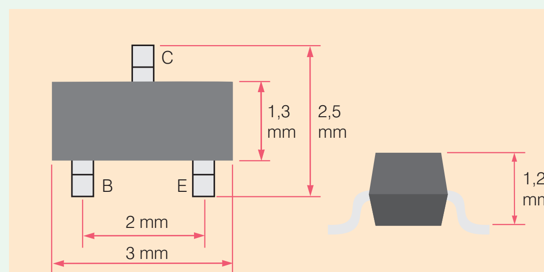


Slika 1.8. Odvođenje toplote pri lemljenju

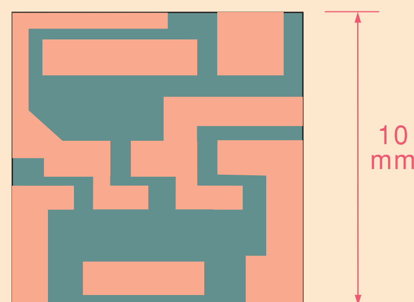
Lemljenje je detaljno opisano u video klipu "Lemljenje 1"

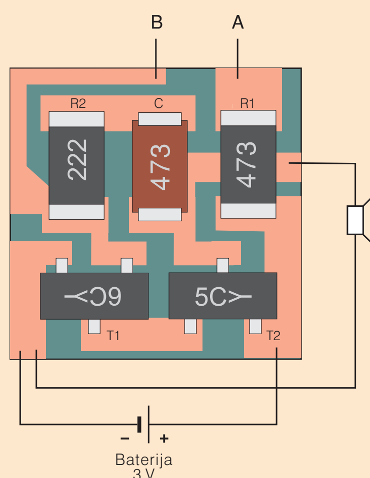
1.1.2. Lemljenje SMD komponenata

SMD je akronim engleskog izraza *Surface Mounted Devices*, što može da se prevede kao komponente za površinsko montiranje. Te komponente (otpornici, kondenzatori, tranzistori, integrisana kola, osigurači, trimeri itd.) su izuzetno malih dimenzija i tako napravljene da se leme direktno na bakarne linije na štampanom kolu, tako da nije potrebno da se buše rupe. Na slici 1.9 je prikazan izgled jednog SMD tranzistora. Levo je pogled odozgo, a desno sa strane. Zapazite njegove izuzetno male dimenzije, prostor koji on zauzima na štampanoj pločici je pravougaonik dimenzija 3 mm x 2,5 mm. Sličnih dimenzija su i ostale SMD komponente, pa se pri lemljenju koristi lupa. Na slici 1.10 je izgled štampanog kola sa SMD komponentama ispitivača provodnosti sa slike 12.1 iz "*Praktične* ELEKTRONIKE 1". Površina ove pločice je 1 cm^2, što je više od deset puta manje od površine pločice sa slike 12.2, a mogla bi, kao što se vidi, da bude još manja.



Sl. 1.9. SMD tranzistor (razmera 8:1)





Slika 1.10. Štampana pločica ispitivača provodnosti realizovanog u SMD tehnici

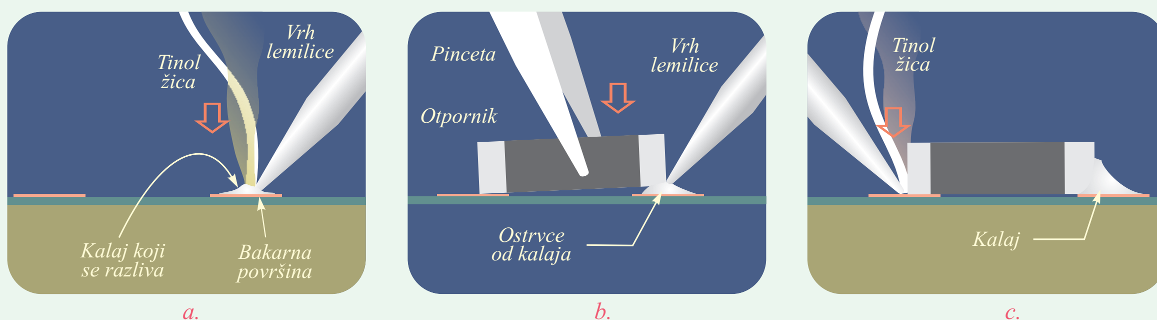
Lemljenje SMD komponenata se obavlja lemilicom male snage (15 do 25 W) sa vrlo uzanim vrhom. Sa obzirom na male dimenzije komponenata i vrlo tanke bakarne linije, vrlo je važno da prvu nožicu komponente zalemite tačno na predviđeno mesto. Na to mesto prvo nanesite lemilicom malo kalaja. Zatim stavite komponentu i držite je pincetom u potrebnom položaju, tako da nožica koju prvu lemite stoji na ono „malo kalaja". Vrhom lemilice rastopite kalaj, a pincetom pritisnite komponentu, tako da nožica „uđe" u kalaj. Kada se lem ohladi, proverite da li ostale nožice stoje u potrebnim položajima pa, ako je sve u redu, zalemite i njih..

Kao prvi primer, na slici 1.11 je prikazano lemljenje SMD otpornika koji je u obliku kovčega sa metalnim kapicama na krajevima. Prvo se na na jedan kraj bakarne folije lemilicom nanese malo kalaja (slika 1.11a). Otpornik se uhvati pincetom i postavi na svoje mesto (sl. 1.11b). Zatim se vrh lemilice nasloni na jastuče od kalaja, tako da se ovaj rastopi, a otpornik lagano pritiska na dole dok ne "legne" na svoje mesto, i dok se kalaj ne uhvati za metalnu kapicu. Posle toga se zalemi i drugi kraj (sl. 1.11c), i malo popravi prvi spoj, tako da izgleda kao na slici 1.11c desno.

Na slici 1.12 je prikazna tri puta uveličana slika SMD integrisanog kola TDA7088T i štampe oko njega. TDA7088 je poznato kolo u kome su integrisane sve komponente FM prijemnika za prijem stanica iz UKT opsega od 87,5 MHz do 108 MHz. Dodavanjem nekoliko blok-kondenzatora i otpornika, jedne varikap diode i jednog tranzistora male snage, dobija se kompletan FM radio-prijemnik sa prijemom na slušalice. Dodavanjem integrisanog pojačavača snage dobija se FM prijemnik sa reprodukcijom preko zvučnika. Detaljan opis izrade ovih prijemnika dat je u časopisu "*Praktična* ELEKTRONIKA 5".

Štampano kolo čiji se deo vidi na slici 1.12 je projektovano za klasične komponente. Jedina SMD komponenta je TDA78T, pa se ono montira sa strane lemljenja.

Postupak lemljenja nožica integrisanog kola,

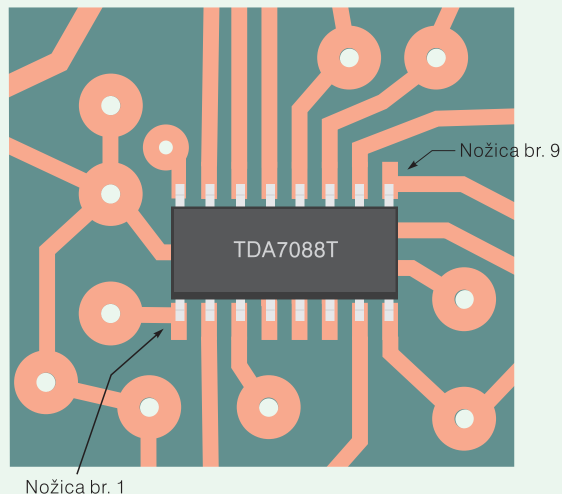


Slika 1.11. Lemljenje SMD otpornika

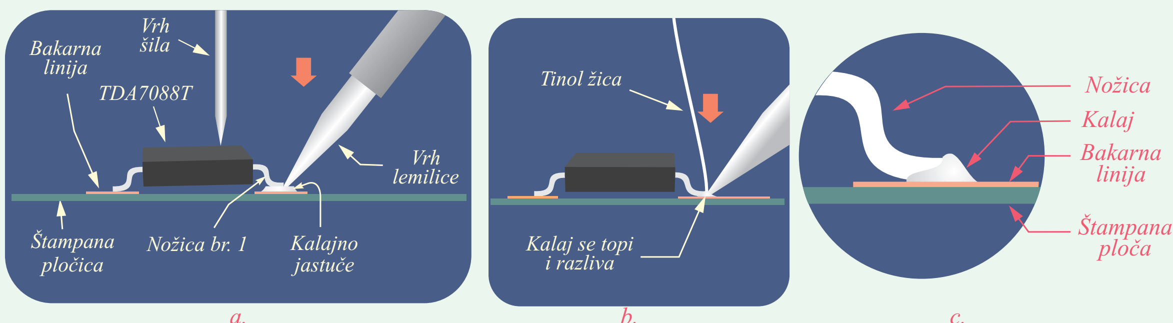
koji je prikazan na slici 1.13, je sledeći:

Na krajeve bakarnih linija, na mestima na kojima se leme nožice, nanese se tanak sloj kalaja. Prvo se leme dve dijagonalno suprotne nožice, u našem slučaju to su nožice 1 i 9. Na bakarne linije gde treba da budu zalemljene ove nožice nanese se malo više kalaja u obliku malog jastučeta. Kolo se postavi na svoje mesto, tako da sve nožice budu u svom položaju. Pincetom pritisnemo pritisnemo kolo, a vrh lemilice naslonimo tako da istovremeno dodirne i kalajno jastuče i kraj nožice 1. Kalaj se rastopi i nožica, legne na svoje mesto i biva zalemljena.

Sada se proveri da li su sve nožice na svojim mestima. Ako nisu, vrhom lemilice se rastopi kalaj oko nožice 1 i kolo pažljivo i hitro, da se nožica 1 ne bi previše zagrejala, pomeri u potreban položaj. Lemljenje nožice 9 je prikazano na slici 1.13b. Vrh lemilice se istovremeno nasloni na vrh nožice i bakarnu liniju ispod nje, tako da se obe zagreju. Vrh tinol žice se prinese tako da dodiruje vrh lemilice. Žica se topi pa je treba pomerati na dole, i kalaj se hvata i za bakar i za vrh nožice. Odmakne se prvo tinol žica pa lemilica i lemljnje nožice 9 je završeno. Proveri se da li su sve nožice u svojim mestima, pa se i one zaleme, na isti način kao i nožica 9. Lemovi su dobri ako izgledaju približno kao na slici 1.13c.



Slika 1.12. SMD integrisano kolo TDA7088T



Slika 1.13. Lemljenje nožica kola TDA7088T: a - lemljenje nožice 1, b - lemljenje nožice 9, c - izgled svih lemova

Lemljenje SMD komponenata je detaljno opisano u video klipu"Lemljenje 2"

1.2. Sečice

Sečice (sl. 1.14) su alatka u obliku malih klešta kojima se seku žice, skraćuju izvodi zalemljenih komponenata (otpornika, kondenzatora, tranzistora itd.), skida, ako ste dovoljno vešti, izolacija sa žice i slično. Sve ove stvari mogu da se obave i nekim makazama, grickalicom za nokte ili kombinovanim kleštima (motor-canglama), ali prava stvar, kojima se sve to radi mnogo brže, bolje i preciznije, su ipak sečice. Sečice, mada na prvi pogled ne izgleda tako, spadaju u alatke bez kojih se ne može. Pri kupovini sečica nemojte da štedite, kupite one malo skuplje koje će vam, ako ih budete pravilno upotrebljavali, trajati veoma dugo. (Dobre sečice su one koje iz jednog pokušaja preseku i debelu i kao dlaka tanku žicu.) Pravilna upotreba podrazumeva da sečicama ne sečete bakarne žice deblje od jednog do dva milimetra, čelične i deblje gvozdene žice, eksere, zavrtnje i slične stvari. (Za ova sečenja koristite univerzalna (kombinovana) klešta ili, kad su u pitanju zavrtnji, testeru za metal.) Kada sečete deblju žicu, stavite je da uđe do kraja otvorenih sečica.



a.



b.

Na taj način ćete uz manje napora da presečete žicu, ali i da, što je važnije, prednji deo sečiva sačuvate neoštećenim, tako da njime možete da sečete vrlo tanke žice. Ako tako ne postupate, vaše sečice će ubrzo postati "gnječice".

Fotografije sečica su na slici 1.14. Prve dve, dužine oko 120 mm, su za sečenje žica prečnika do 1 mm, a treće, koje su znatno veće, za deblje žice i slične stvari.

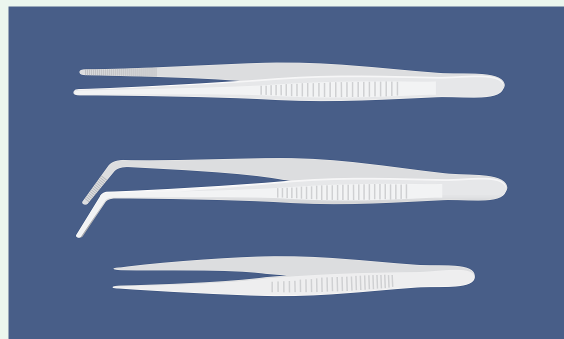


Slika 1.14. Sečice

1.3. Pinceta

Pinceta je alatka kojom se pridržavaju komponente koje se leme na štampanu ploču, žice koje se spajaju (leme) sa ušicama prekidača, potenciometara i sl. ili se vuku komponente koje se skidaju sa štampane ploče, pridržavaju zavrtnji kada ih treba uvrnuti na neko teško pristupačno mesto, odvrću mali nestandardni zavrtnji, pridržava nešto što je ili vruće ili suviše sitno da bi se držalo rukama, radi neki "sitan" i pipav posao, vadi zavrtanj koji je upao u neki uređaj koji opravljate, itd. Suviše je dugo nabrajati kada i gde pinceta može da bude vrlo korisna, pa čitaocima ostaje da veruju autoru ovih redova da je i ona jedna od alatki koju svakako treba imati (autor ih ima nekoliko, u različitim veličinama).

Nekoliko pinceta je prikazano na slici 1.15. Njihova dužina trebalo bi da je između deset i petnaest centimetara.



Slika 1.15. Pincete

Dakle, na kraju ovog dela, kao rezime prethodnog izlaganja, može da se kaže: lemilica, sečice i pinceta su alati koje svakako treba imati.

1.4. Ostali alati

Odvrtke (šrafcigeri, sl. 1.16) su najčešće korišćene alatke i treba ih imati nekoliko komada različitih veličina. Korisno je da jedna od njih ima ugrađenu tinjalicu (neonsku sijalicu) koja omogućava brzo konstatovanje prisustva mrežnog napona od 220 V. (Autor ovih redova ima najmanje deset odvrtki, ne računajući one sasvim male iz kompleta časovničarskih odvrtki, kao ni one sasvim velike koje koristi pri opravci kola. Jedna od njih je dugačka skoro 30 cm, i često mu je bila vrlo korisna, a jedna ima na svom vrhu i male metalne hvataljke koje drže zavrtanj koji treba zavrnuti negde duboko u uređaju koji se popravlja. Tu je i nekoliko krstastih odvrtki za "američke" šrafove, zvezdastih, za nove zavrtnje itd.)

Vakum pumpa (sl. 1.17a) je alatka koja je neophodna serviserima elektronskih uređaja. Naročito je korisna kada pri opravci nekog uređaja treba sa štampane ploče skinuti integrisano kolo ili neku drugu komponentu koja ima više nožica. Naime, komponenta se skida tako što se vrh lemilice nasloni na stopicu u kojoj je zalemljen izvod komponente, tako da se kalaj istopi, a istovremeno se ta komponenta sa druge strane ploče povuče pincetom. Na taj način se lako izvadi otpornik (prvo jedna pa druga nožica). Sa kondenzatorom je malo teže, jer treba otopiti kalaj u dve stopice (prvo u jednoj pa odmah, brzo, i u drugoj) i izvući ga. Još je teže izvaditi tranzistor, ali, uz malo vežbe, može i to.

Nikakva vežba ne pomaže kada je u pitanju integrisano kolo sa više nožica. Za njega je neophodna vakum (neki više vole izraz vakuum) pumpa, sl. 1.17a. Vrh lemilice se, kao što je prikazano na slici 1.17b, drži na stopici, a vrh nategnute pumpe se stavi što bliže istoj stopici. Kad se pritisne okidač, pumpa usisa rastopljeni kalaj i nožica koja je tu bila zalemljena ostaje slobodna. Na isti način skine se kalaj i sa ostalih stopica i kolo se skida sa ploče.

To tako biva po teoriji. U praksi, usisavanje treba ponoviti više puta, nožice koje se i dalje "drže" za štampu treba vrhom odvrtke pažljivo odvojiti od bakarne folije, sve dok sve nožice ne budu slobodne, tako da kolo može lako da se izvadi. Ipak, u svakom slučaju,



Slika 1.16. Odvrtke: a - standardna, b - krstasta, c - zvezdasta, d - "pozidriv", e, f - šestougaone



Umesto vakuum pumpe, više se koristi tzv. bakarna pletenica. Ona se nasloni na mesto sa koga treba skinuti kalaj i pritisne vrhom lemilice i pletenica upije sav kalaj.

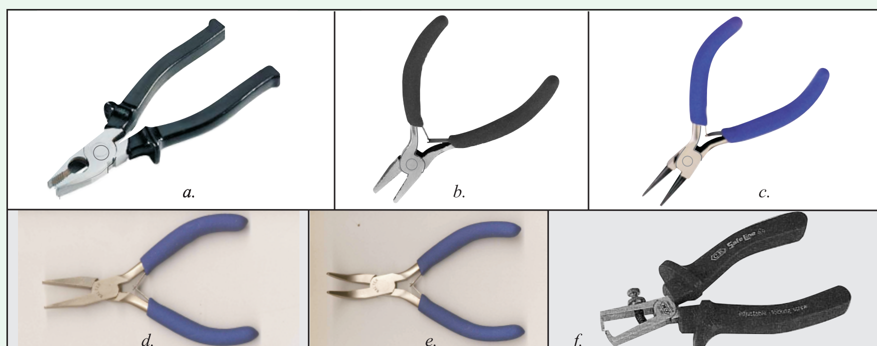
Slika 1.17. gore - vakum pumpa, dole - rad sa vakum pumpom

sa vakum pumpom je lakše nego bez nje.

Pored kombinovanih klešta i papagaj klešta, koje bi trebalo da poseduje svako domaćinstvo, ljubitelji elektronike koriste i ravna klešta, okrugla klešta, špicasta klešta, a korisno je imati i klešta za skidanje izolacije (sl. 1.18).

Za bušenje rupa na štampanoj ploči, neophodna je bušilica. To može da bude mala ručna bušilica, bolje rešenje je električna bušilica, a najbolje mala električna bušilica sa vertikalnim stalkom. Rupe za veći-nu komponenata su prečnika oko 0,8 mm, ali, pored burgije tog prečnika, korisno je imati i ostale do prečnika 10 mm. Rupe prečnika većeg od 10 mm, u amaterskim uslovima, se prave tako što se rupa od 10 mm proširi okruglom turpijom. Vrlo veliki otvori, za zvučnike, indikatorske instrumente i sl., u tanjim materijalima se izrezuju pomoću tankih testera u obliku žice. Za deblje materijale koristi se ubodna testera, ili se buši "rupa do rupe", pa zatim izbija okrugli deo.

Korisne su i druge vrste alata, skalpel, šilo, komplet tankih turpija, mali čekić, mala testera za metal, mala stega, velika ravna i poluokrugla turpija itd. Može se i bez njih, ali sa njima je mnogo lakše, lepše, preciznije, bolje...

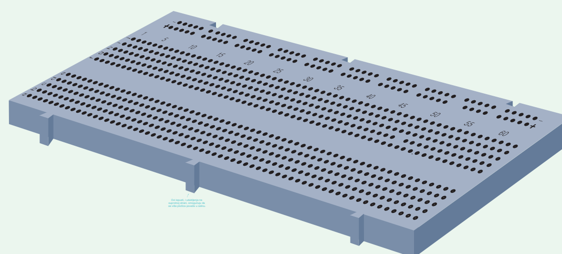


Slika 1.18. Klešta: a - kombinovana, b - ravna, c - okrugla, d - ravna špicasta, e - savijena špicasta, f - za skidanje izolacije

1.5. Matador

Matador, protobord, bimbord, itd. su fabrički nazivi za plastičnu ploču za eksperimentisanje, u koju je ugrađen veći broj malih, elastičnih, metalnih buksni u koje je moguće utaknuti krajeve otpornika, tranzistora, integrisanih kola i ostalih komponenata Na taj način, uz korišćenje komada žice kao kratkospojnika, moguće je povezati sve komponente nekog elektronskog uređaja i proveriti kako on radi. Eksperimentisanje sa tim uređajem, u cilju provere da li, i kako, radi ili u cilju poboljšanja njegovih karakteristika, je vrlo jednostavno, mnogo jednostavnije nego da je on već realizovan na štampanoj ploči. Na primer, ako želite da proverite šta će se desiti ako umesto nekog otpornika stavite drugi čija je otpornost manja, na matadoru se jednostavno izvadi taj otpornik a stavi drugi. Ako uređaj sada radi lošije, vrati se stari otpornik i proba nešto drugo. Cela ova operacija traje desetak sekundi, što je neuporedivo kraće i jednostavnije nego da se isti otpornik skida i vraća na štampanu ploču.

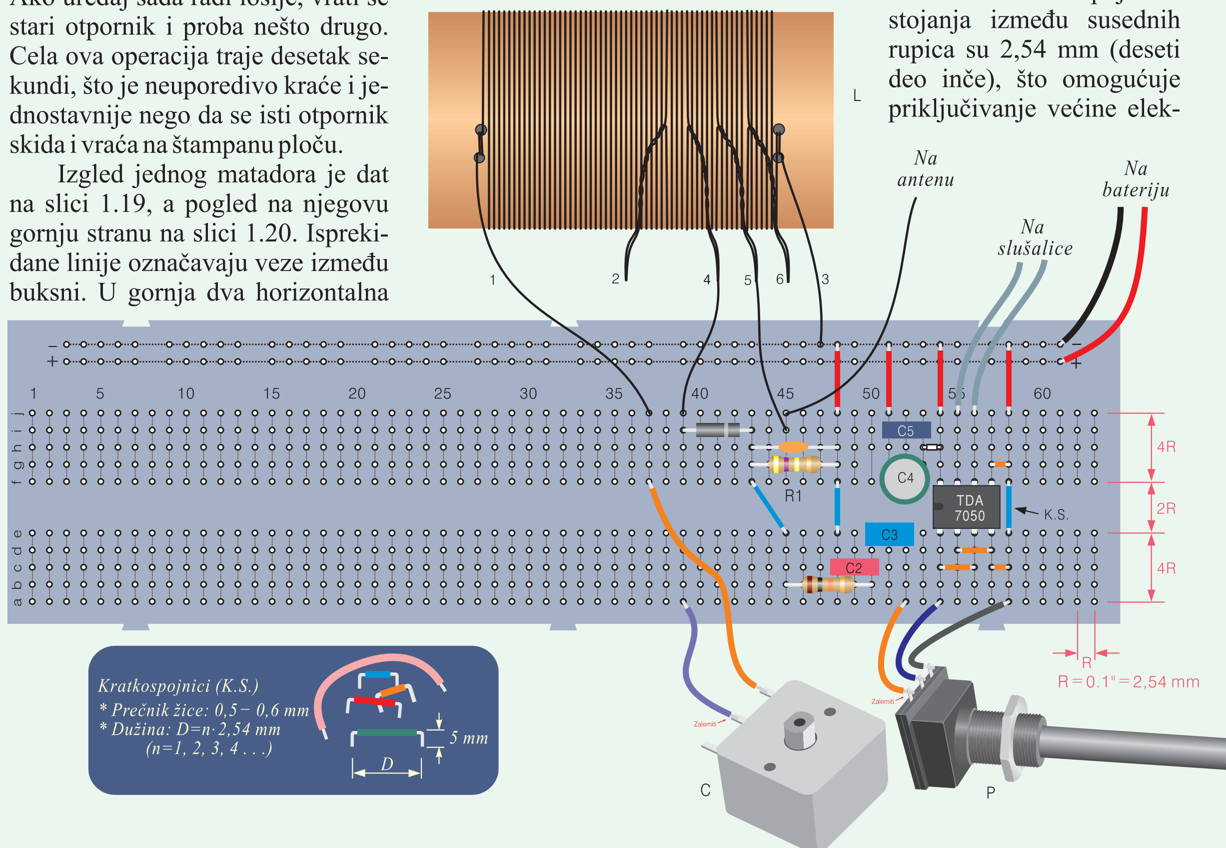
Izgled jednog matadora je dat na slici 1.19, a pogled na njegovu gornju stranu na slici 1.20. Isprekidane linije označavaju veze između buksni. U gornja dva horizontalna



Slika 1.19. Matador ploča

reda se priključuje baterija (ispravljač) za napajanje.

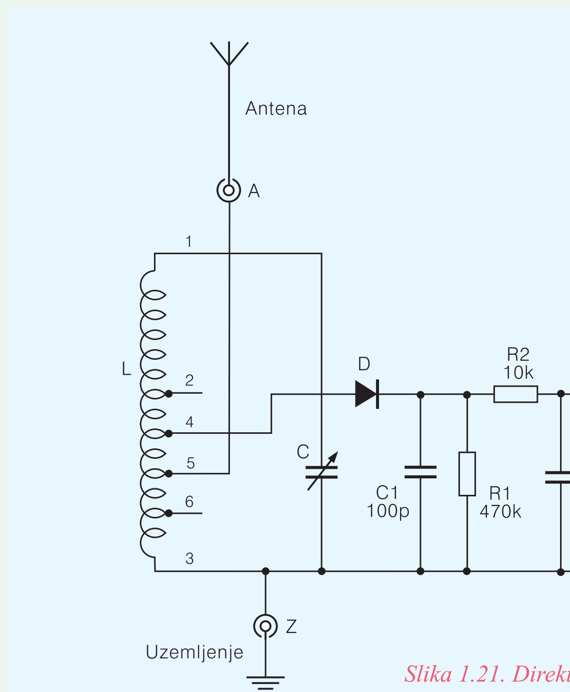
U unutrašnjosti rupica su minijaturne metalne buksne. Buksne su elastične, tako da kada se u njih ugura nožica neke komponente ostvaruje se pouzdan i mehanički i električni spoj. Rastojanja između susednih rupica su 2,54 mm (deseti deo inče), što omogućuje priključivanje većine elek-



Slika 1.20. Radio-prijemnik sa slike 1.21 namontiran na matador ploču

tronskih komponenata, koje se proizvode sa rastojanjima između nožica jednakim celom broju pomnoženom sa 2,54 mm.

(Po katalozoma proizvođača i prodavaca komponenata, rastojanje od 2,54 mm se obeležava sa R, što je prvo slovo reči *Raster*, a za komponente čije se nožice nalaze na horizontalnim i vertikalnim rastojanjima



Slika 1.21. Direktni radio-prijemnik sa kolom TDA7050

jednakim 2,54 mm pomnoženim sa nekim celim brojem se kaže da su im nožice u rasteru).

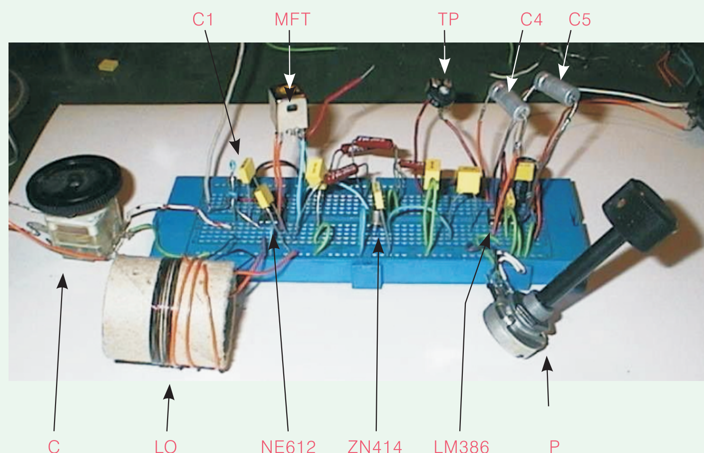
Potrebni električni spojevi između pojedinih grupa rupica ostvaruju se kratkospojnicima koji mogu da se kupe u *Conrad*-u, ali ih korisnici češće sami prave od komada plastikom izolovane bakarne žice prečnika od 0,5 mm do 0,6 mm. Ti komadi su različitih dužina i mogu da budu savijeni kao najveći komad u levom donjem delu slike 1.20, mada je lepše, i bolje, napraviti i koristiti pravilne komade u obliku ćiriličnog slova П.

Buksne na ploči su elastične tako da se u njih lako uguravaju provodnici različitih prečnika. Ne treba uguravati provodnike čiji su prečnici znatno veći od 0,6 mm jer će se buksne deformisati. Komponente čije su nožice suviše debele kao i komponente kao što su promenljivi kondenzatori, potenciometri, transformatori i slično, se priključuju preko komada žica čiji su krajevi zalemljeni za njihove izvode. Korisno je da kratkospojnici budu izrađeni od žica sa izolacijama različitih boja, tako da crvene koristite za spajanje sa + polom baterije, crne sa masom, žute za signale i sl.

Kao primer praktične primene matadora, na slici 1.20 je namontiran direktni AM radio prijemnik za srednje talase čija je električna šema prikazana na slici 1.21.

Na slici 1.22 je fotografija matadora na kome su namontirane sve komponente superheterodinog AM prijemnika za prijem stanica iz oblasti kratkih talasa.

I na kraju, a to, možda, treba nabaviti prvo, je kutija u kojoj ćete držati svoj alat. To može da bude bilo kakva kutija, čak i kartonska kutija za cipele, ali je najpraktičnija plastična kutija slična onoj koju koriste ribolovci, koja ima više nivoa i mnogo pregrada tako da sve alatke i ono što ide uz njih (komad šmirgle, razni zavrtnji, podmetači, opruge, tuba lepka, komadi žice, izolir traka, grumen kalofonijuma, tinol žica, flomasteri za crtanje štampanih kola, lenjir, itd.) može



Slika 1.22. Fotografija superheterodinog AM prijemnika namontiranog na matador (baterija i zvučnik se ne vide)

lepo da se razvrsta i lako pronađe kada je potrebno.

„Za kupovinu svega nabrojanog potrebno je čitavo malo bogatstvo", reći će neki od čitalaca Nije tako. Jedini alat bez koga se nikako ne može je lemilica (i tinol žica naravno), a ona nije mnogo skupa. Ostale alate nabavljajte kasnije, jedan po jedan: sečice, pincetu, špicasta klešta itd. Uostalom, vratite se na stranu 3 i pogledajte kako glasi naslov pod rednim brojem 1.

1.6. Univerzalni instrument



Ispitivač provodnosti, koji je opisan u prvoj knjizi, je vrlo koristan instrument jer omogućuje izuzetno brzu proveru ispravnosti nekih od komponenata. U mnogim slučajevima, provera pomoću ovog ispitivača daje podatke koji su dovoljni za pronalaženje uzroka lošeg, ili nikakvog, rada nekog uređaja. Međutim, moguće su situacije kada uređaj ne radi kako treba, mada su sve komponente ispravne. U takvim slučajevima neophodan je neki instrument . U tekstu koji sledi biće opisan jedan od najjednostavnijih električnih instrumenata, čija je cena manja od 5 evra. Pomoću njega mogu da se mere jednosmerne struje, naponi (jednosmerni i naizmenični), i otpornosti. Pored toga, moguća je i provera ispravnosti dioda i merenje koeficijenta strujnog pojačanja tranzistora. Ovakvi instrumenti se nazivaju univerzalni instrumenti ili digitalni multimetri. Sve što bude rečeno o merenjima pomoću ovog instrumenta važi i za druge univerzalne digitalne instrumente.

Digitalni multimetar koji je prikazan na slici 1.23 spada u najjednostavnije univerzalne instrumente. Pri kupovini, uz instrument se dobijaju i dve sonde: crvena i crna koje su na slikma obeležene sa "Sonda A" i "Sonda B", respektivno. Crna sonda se priključuje u utičnicu (buksnu) obeleženu sa COM, a crvena u utičnicu obeleženu sa VΩmA. Izuzetak je merenje jedno-

smernih struja koje su veće od 200 mA. Tada se sonda A premešta u utičnicu obeleženu sa 10ADC.

Pomoću ovog instrumenta se ostvaruju sledeća merenja:

Jednosmerni naponi se mere u opsezima od nule do 200mV, 2000mV, 20V, 200V i 1000V. Najveća tačnost očitavanja se postiže kada se koristi najniži opseg u koji staje mereni napon. Na primer, ako, prema slici 1.24, merite napon nove baterije od 1,5 V najtačnije merenje je kad se preklopnik stavi u položaj 2000m. Tada, u našem konkretnom slučaju, na displeju može da se pročita broj 1627. To znači da je napon 1627 mV, odnosno 1,627 V. Ako bi probali sa opsegom 200m, na displeju se pojavljuje nešto što nema smisla. U našem primeru to je , ali na drugim instrumentima može da bude i nešto drugo. (Ima instrumenata kod kojih slika trepće i sl.) Ako probamo sa opsegom 20V, na displeju se pojavljuje broj 1,62, a sa opsegom 200V pojavljuje se 1,6. Znači, pri merenju napona manjih od 2 V treba koristiti opseg 2000m. Ako je napon između 2 V i 20 V, treba koristiti opseg 20 V itd. Kada se meri na nekom uređaju, najbolje je odabrati najniži opseg u koji staje jednosmerni napon baterije odnosno ispravljača kojim se taj uređaj napaja, pa kasnije, ako se ukaže potreba, preći na još niži opseg. U svakom slučaju, merenje je najtačnije kada na displeju imate četvorocifreni broj.



Sl. 1.24. Merenje jednosmernog napona

Otpornosti se mere u opsezima od nule do 200Ω, 2000Ω, 20kΩ, 200kΩ i 2000kΩ, koji se na slici 1.23 . nalaze u polju označenom sa "Otpornost". Merenje se obavlja tako što se preklopnik prebaci u neki od opsega, a izvodi otpornika dodirnu vrhovima sondi (sl. 1.25). I sada, kao i pri merenju napona, postoji najpovoljniji opseg. Za otpornike čija je otpornost manja od



Sl. 1.25. Merenje otpornosti otpornika

200 Ω to je opseg 200, za otpornike čija je otpornost između 200 Ω i 2 kΩ to je opseg 2000, za otpornike čija je otpornost veća od 2kΩ a manja od 20kΩ to je opseg 20k itd. Ako se koristi opseg koji je manji od najpovoljnijeg na displeju se dobija nešto besmisleno, a ako se koristi veći opseg dobija se broj sa manje decimala. (Ako je opseg mnogo veći dobija se 0,00).

Do sada opisana merenja otpornosti se odnose na



Sl. 1.23. Multimetar - univerzalni digitalni instrument

otpornike koji nisu ugrađeni u neki uređaj. Kada se meri otpornost ugrađenih otpornik, treba imati na umu dve stvari.

1. Ako merite pri uključenom napajanju, postoji opasnost da instrument bude uništen.

2. Paralelno otporniku čiju otpornost merite vezane su i ostale komponente kola, tako da je dobijena veličina otpornosti manja od stvarne.

> Ako se otpornik čiju otpornost merite nalazi u nekom elektronskom uređaju, obavezno isključite napajanje i sačekajte neko vreme da se svi kondenzatori isprazne. Ako u kolu postoje elektrolitski kondenzatori vrlo velike kapacitivnosti, koji bi se dugo praznili, ispraznite ih pomoću otpornika od nekoliko stotina oma.

* Pri merenju otpornosti otpornika obično se jedna nožica otpornika i vrh sonde stegnu jedna uz drugu palcem i kažiprstom jedne ruke, a druga nožica i drugi vrh palcem i kažiprstom druge ruke. To nema uticaja na tačnost merenja ako je otpornost otpornika manja od oko 50k Ω. Ali pri većim otpornostima javlja se greška, jer instrument pokazuje otpornost paralelno vezanih otpornosti otpornika i otpornosti ljudskog tela između jednog i drugog para prstiju. Zato pri merenju većih otpornosti, palcem i kažiprstom leve ruke držite spojene jednu nožicu otpornika i vrh sonde, a vrh druge sonde samo naslonite na drugi kraj otpornika.

Uverite se da je ovo što ste upravo pročitali tačno, izmerite otpornost vašeg tela. Stavite preklopnik na najveći opseg pri merenju otpornosti. Na slici 1.23 to je 2000k (2MΩ). Stisnite prstima vrhove sondi i na displeju će se pojaviti veličina otpornosti. Ako na njemu piše 0,53, otpornost je 0,53 MΩ, odnosno 530 kΩ. Ako sa ovom vrednošću otpornosti tela merite otpornost otpornika čija je otpornost 810 kΩ, i pri tome oba kraj otpornika i sondi držite prstima, instrument će da pokaže otpornost od 320 kΩ.

Igrajte se malo, to je nauka. Izmerite otpornost između leve i desne noge, između ruku ili nogu nekog od ukućana kad je budan i dok spava, otpornost zemlje u saksiji sa cvećem kad je zaliveno i kad nije zaliveno, između dva dela neke biljke noću i danju itd. itd.

Pošto ste izmerili vašu otpornost, ovlažite malo vrhove prstiju pa ponovo stisnite vrhove sondi, otpornost je manja, jer se smanjila otpornost kože. Ovo smanjenje otpornosti omogućuje da od instrumenta naparavite detektor laži. Potrebna su vam dva komada neke metalne cevi prečnika par centimetara i dužine desetak centimetara, koje ćete sa dva komada žice da

spojite sa vrhovima sondi. Osumnjičeni čvrsto drži te dve cevi, a instrument pokazuje neku otpornost. Kad osumnjičeni, dok odgovara na nezgodna pitanja, počne da "vrda", njegove ruke počinju da se znoje više nego obično, otpronost se smanjuje i instrument to pokazuje.

Diode. Preklopnik se, prema slici 1.26, stavi u položaj u kome je nacrtan simbol diode, a vrhovima sondi se dodirnu nožice diode.



Sl. 1.26. Provera ispravnosti diode

Kada je anoda katode spojena sa sondom A a katoda sa sondom B, na displeju se pojavljuje broj koji predstavlja napon praga provođenja diode, izražen u milivoltima. Kod germanijumskih dioda ovaj napon je par stotina milivolta (recimo 300 mV), a kod silicijumskih više stotina milivolti (recimo 600 mV).

Kada se dioda okrene, tako da sonda A dodiruje katodu a sonda B anodu, na displeju se pojavljuje nešto besmisleno.

Ako su pokazivanja na displeju onakva kao što je opisano - dioda je ispravna. Ako su pokazivanja pri oba merenja ista (bez obzira kakva su) - dioda je neispravna.


Ako se dioda koju proveravate nalazi u nekom elektronskom uređaju, obavezno isključite napajanje i sačekajte neko vreme da se svi kondenzatori isprazne. Ako u kolu postoje elektrolitski kondenzatori vrlo velike kapacitivnosti, koji bi se dugo praznili, ispraznite ih pomoću otpornika od nekoliko stotina oma.

Kada su na instrumentu, pored simbola za diodu, nacrtana i tri mala polukruga (tako je kod svih savremenijih digitalnih instrumenata), to znači da instrument može da se koristi kao ispitivač provodnosti (Continuity Tester). Kad se vrhovima sondi dodirnu dve tačke koje su u električnom spoju, a otpornost za jednosmernu struju između njih je manja od približno 70 Ω, iz instrumenta se čuje pištanje. To omogućuje proveru ispravnosti sekundarnih namotaja mrežnih transformatora, pronalaženje odgovarajućih nožica na višepolnim prekidačima, proveru ispravnosti kalemova i sl.

Ako se pištanje čuje pri proveri diode - ona je neispravna.

Tranzistori. Provera ispravnosti tranzistora se vrši merenjem njihovog koeficijenta pojačanja za jednosmernu struju h_{FE}. Preklopnik se postavi u položaj obeležen sa hFE, a merenje obavi na način koji je opisan u tekstu u vezi sa slikom 11.5 iz prve knjige (*Praktična* ELEKTRONIKA 1 - Komponente elektronskih uređaja).

Naizmenični naponi se mere u opsezima od nule do 200 V i 750 V. Pri merenju napona koji su manji od 200 V, preklopnik se stavi u položaj 200, a pri merenju napona koji su veći od 200 V a manji od 750 V u položaj 750. Na slici 1.27 je prikazano merenje sekundarnog napona mrežnog transformatora sa slike 2.52. Napon je, kao što se vidi na displeju, 9,12 V.



Sl. 1.27. Merenje naizmeničniog napona

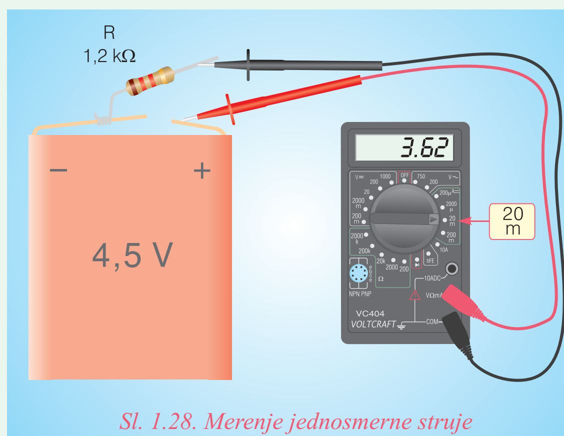
Jednosmerne struje se mere u opsezima od nule do 200 μA, 2000 μA, 20 mA i 200 mA. Slično kao i pri merenju jednosmernih napona, pri merenju struja koje su manje od 200 μA preklopnik se postavi u položaj 200μ, pri merenju struja većih od 200 μA a manjih od 2 mA u položaj 2000μ itd. Pri merenju struja jačine do 200 mA, sonda B je utaknuta u utičnicu COM, a sonda A u utičnicu VΩmA. Pri merenju struja koje su veće od 200 mA a manje od 10 A, preklopnik se prebaci u položaj 10A, a sonda A se premesti u utičnicu 10ADC. Sonda B ostaje u utičnici COM. (Ona je u toj utičnici pri svim merenjima.)

Na slici 1.28 je prikazan veoma jednostavan primer merenja jednosmerne struje kroz otpornik. Ulazna otpornost instrumenta pri merenju struje je zanemarljivo mala, pa je, prema Omovom zakonu, jačina struje kroz otpornik jednaka:

$I=U/R=4{,}5\text{V}/1200\Omega=0{,}00375\text{ A}=3{,}75\text{ mA}.$

Tako bi bilo kad bi napon baterije bio tačno 4,5 V, a otpornost otpornika tačno 1200Ω. Ali pošto ni jedno ni drugo nije tako, struja će imati neku približnu vrednost. U našem primeru ona je I=3,62 mA.

Ako sonde zamene mesta, tako da sonda A dodiruje otpornik, a sonda B plus pol baterije, na ekranu će se pojaviti −3,62. Znak minus ukazuje da je struja kroz



Sl. 1.28. Merenje jednosmerne struje

instrument (ne i kroz otpornik) promenila smer.

* U instrument je ugrađen osigurač koji pregoreva ako na bilo kom opsegu, osim 10A, struja bude veća od maksimalno dozvoljene. (Na primer, na opsegu 20m osigurač pregoreva ako je struja veća od 20 mA.) Opseg 10A nije zaštićen osiguračem, pa ako je struja veća od 10 A, pregoreva instrument.

* Merenje struje na opsegu 10A ne sme da traje duže od 10 sekundi, a posle toga ne sme da se ponovi dok ne protekne 15 minuta (dok se ne ohladi ugrađeni otpornik (šant)).

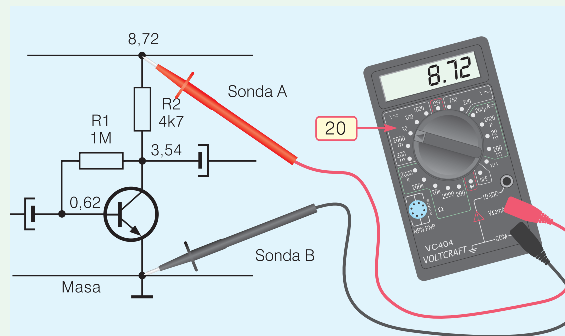
* Nikakva merenja struje ne smeju da se vrše u kolima u kojima može da se pojavi jednosmerni napon veći od 35 V.

Kao što se vidi, pri merenju struje treba biti maksimalno pažljiv jer vrlo lako može da dođe do oštećenja instrumenta.

Druga nezgodna stvar pri merenju struje kroz neku komponentu uređaja je u tome što pri merenju struje mora da se raskine kolo. Na primer, ako u nekom uređaju želite da izmerite struju kroz neki otpornik, morate da odlemite jedan kraj otpornika i instrument priključite između tog kraja i stopice iz koje je on izvađen. Posle toga taj kraj treba ponovo zalemiti.

Zbog toga se u praksi merenje struje skoro uvek vrši indirektno: izmeri se napon na otporniku kroz koji teče struja koja nas interesuje, a struja izračuna deljenjem napona i otpornosti.

Na slici 1.29 je prikazano kako se vrše merenja jednosmernih napona i struja na delu jednog elektronskog uređaja. Sonda B se uvek povezuje sa masom kola. (Vrlo je korisno ako se to ostvari izolovanom žicom sa dve male krokodil štipaljke: jednom se uhvati vrh sonde B, a drugom nožica neke komponente koja je spojena sa masom. Tako vam jedna ruka ostaje slobodna.) Sondom A se dodirne stopica u kojoj je zalemljen gornji kraj R2, i izmeri napon od 8,72 V. Zatim se sondom A dodirne kolektor i izmeri napon od 3,54 V, pa



Sl. 1.29. Merenje jednosmernih napona

baza i izmeri napon od 0,62V.

Struje se, kao što smo rekli, izračunaju. Struja kroz R1 (to je struja baze) je:

$$I_B=(3{,}54V-0{,}62V)/10^6\Omega=2{,}92\ \mu A,$$

a kroz R2 (to je zbir struje kolektora i struje baze):

$$I_C+I_B=(8{,}72V-3{,}54V)/4700\Omega=1{,}1mA.$$

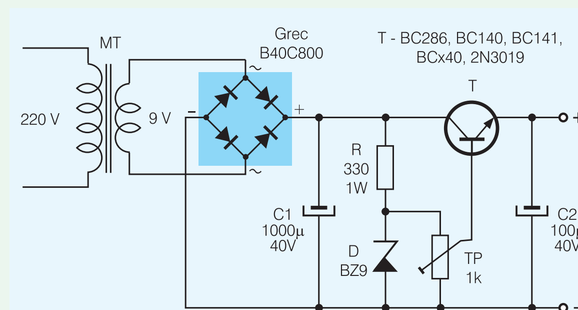
Kao što se vidi, struja baze je zanemarljiva u odnosu na struju kolektora, pa se smatra da kroz R2 teče samo kolektorska struja. Isti je slučaj i sa strujom emitera. Teorijski ona je $I_E=I_C+I_B$, a praktično $I_E=I_C$.

2. PRAVLJENJE ŠTAMPANE PLOČE

Praktična realizacija nekog elektronskog uređaja je postupak kojim se sve komponente tog uređaja povezuju u celinu. To povezivanje može da se ostvari na više načina Moguće je da se na tankoj ploči od nekog izolacionog materijala na odgovarajućim mestima izbuše rupe prečnika 3 mm i u njih montiraju mali zavrtnji. Krajevi komponenata i žica kojima su oni spojeni se obmotaju oko ovih zavrtnjeva, a oni pritegnu. Umesto zavrtnjeva, mogu da se koriste odgovarajuće male opruge. Početnici koriste i gotova, vrlo jednostavna štampana kola koja se sastoje od uzanih, paralelnih bakarnih linija sa izbušenim rupama. Uz malo veštine i na njima je moguće realizovati mnoga električna kola. O tim postupcima će kasnije biti više reci. Ali, pravo rešenje, na koje svi ljubitelji (amateri, na francuskom) elektronike kad-tad dođu, su štampana kola.

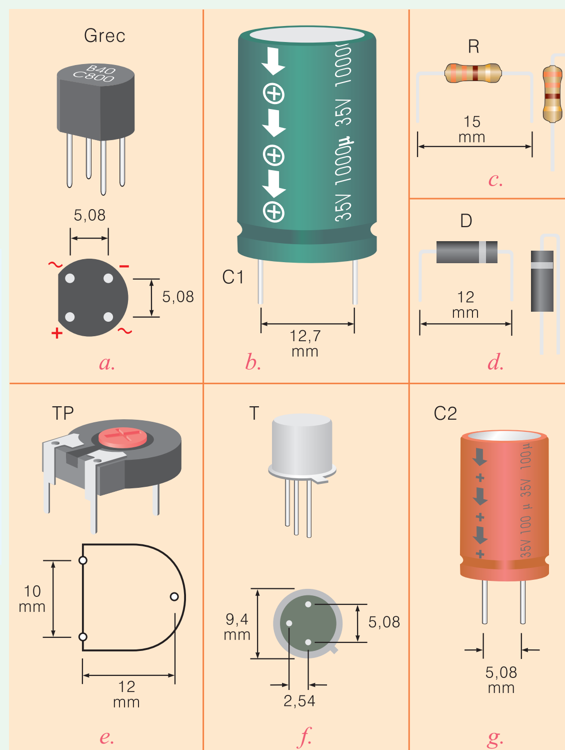
2.1. Projektovanje štampanog kola

Prvi deo posla pri izradi štampanog kola je pravljenje crteža sa rasporedom bakarnih linija i stopica u koje se leme izvodi komponenata. Da bi ovaj postupak bio jasniji pogledaćemo kako se crta štampa za električno kolo sa slike 2.1. To je jedan vrlo jednostavan stabilisani ispravljač čiji izlazni napon može da se, pomoću trimer potenciometra TP, podesi na bilo koju veličinu do 9 V.



Slika 2.1. Stabilisani ispravljač

Prvo treba nabaviti sve komponente kola da bi znali kolike su im dimenzije i kolika su rastojanja između njhovih nožica. Za ispravljač sa slike 2.1, sve komponente u prirodnoj veličini, kao i raspored nožica i rastojanja između njih dati su na slici 2.2. Izuzetak je mrežni transformator koji se obično, ne i uvek, ne montira na štampanu pločicu. Zapazite da su rastojanja jednaka (tačno ili vrlo približno) proizvodu 2,54 mm (deseti deo inča) i nekog celog broja. To znači da tolika rastojanja treba da budu i između rupica na ploči. Što se tiče otpornika, zener diode, tranzistora i grecovog usmerača, rastojanja između rupica mogu da



Slika 2.2. Komponente stabilisang ispravljača sa slike 2.1

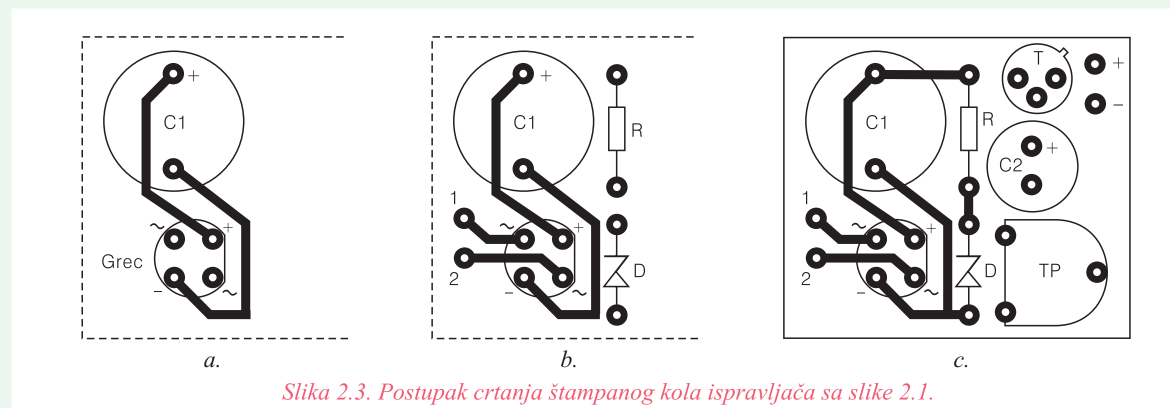
budu i veća, jer su njihove nožice u obliku žica pa mogu da se razmaknu prema potrebi. Ali, trimer potenciometar i kondenzatori imaju vrlo kratke nožice koje ne mogu da se savijaju, pa rastojanja između rupa u koje se leme ove komponente treba da budu kao na slici 2.2.

(O rastojanju između nožica naročito treba voditi računa kada se crta štampano kolo u koje treba montirati komponentu koja ima veći broj nožica. Takva komponenta je, na primer, integrisano kolo u tzv. DIL pakovanju, koje ima više (recimo četrnaest) nožica. Rastojanje između nožica je 2,54 mm. Ako vi budete crtali stopice na rastojanju od, recimo, 2,5 mm, prvih nekoliko nožica će nekako i da stane u svoje rupice, ostale neće. Ako probate da ih savijate i natežete, sve što možete da postignete je da polomite nožice i uništite kolo.

Štampa se crta na hartiji sa mrežom vertikalnih i horizontalnih linija koja omogućuje lakše razmeravanje. Najbolje je koristiti tzv. milimetarski papir, ali može da posluži i hartija "sa kockama" iz đačkih sveski. Postupak crtanja je prikazan na slici 2.3. Prvo su, slika 2.3a, nacrtana dva kružića prečnika 2 do 3 mm, na međusobnom rastojanju od oko 13 mm. To su stopice u koje će biti zalemljene nožice kondenzatora C1. (Tačno rastojanje između ovih stopica je nešto manje, ali to nije mnogo važno kad komponenta ima samo dve nožice, koje ipak mogu da se sasvim malo približe. Uostalom, ako ne mogu da se približe, proširite, pomoću šila, jednu od rupa, i sve će biti u redu.) Ispod ovih stopica su nacrtane četiri stopice na međusobnom rastojanju od oko 5 mm u koje će biti zalemljene nožice grecovog usmerača. Prema slici 2.1, nožica usmerača koja je obeležena sa +, spojena je sa + nožicom kondenzatora C1 a nožica obeležena sa –, spojena je sa – nožicom kondenzatora. Te dve veze su na slici 2.3-a nacrtane u obliku dve izlomljene prave linije. Linije su izlomljene pod uglom od 45 stepeni, jer su crtane pomoću kompjutera. Ali to nije obavezno, vi možete da ih crtate i u obliku krivih linija Pri tome, treba se truditi da te linije budu što kraće i dobro paziti da se ne dodirnu, međusobno, ili sa nekom od stopica pored kojih prolaze. Na slici 2.3b su nacrtane još dve stopice, obeležene brojevima 1 i 2, koje su povezane sa stopicama u koje se leme nožice usmerača, obeležene sa dve male sinusoide. U stopice 1 i 2 će biti zalemljene dve bakarne žice kojima se na pločicu dovodi naizmenični napon sa sekundara mrežnog transformatora.

Na slici 2.3a su nacrtani i kondenzator C1 i grecov usmerač, onako kako izgledaju gledani sa donje strane (gde su im nožice), mada oni ne mogu da se vide, jer se nalaze sa suprotne strane pločice. Mi ih ipak crtamo zato da bi se lakše snalazili i pri crtanju i pri kasnijoj montaži komponenata na pločicu.

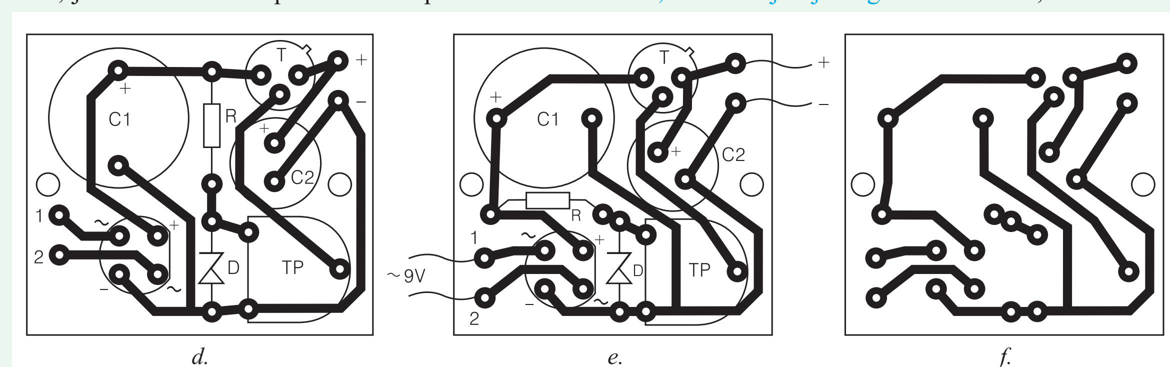
Desno od kondenzatora C1 i grecovog usmerača, crtamo stopice za otpornik R i diodu D (sl. 2.3b). Koliko desno? To zavisi od dimenzija otpornika i diode. Komponente treba montirati na malom međusobnom rastojanju, ali ne suviše blizu jedna drugoj, da se ne bi dodirivale, i tako da mogu lako da se izvade iz štampanog kola, ako se tokom rada uređaja oštete pa ih treba zameniti. Rastojanja između stopica otpornika i diode su, prema slici 2.2, 15 mm i 12 mm, mada mogu da budu i manja i veća, što zavisi od toga na kom rastojanju su savijene nožice ovih komponenata. Na slici 2.3c, su nacrtane i linije kojima su otpornik i dioda spojeni međusobno, kao i sa + krajem kondenzatora C1 i – krajem Greca. Na istoj slici su nacrtane i stopice u koje će biti zalemljene nožice tranzistora T, kondenzatora C2 i trimeraTP, kao i dve stopice (gore desno) u koje se leme dve bakarne žice kojima se pločica spaja sa dve buksne na prednjoj strani kutije u koju je smešten ispravljač. Povezivanjem ovih stopica, međusobno kao i sa ostalim komponentama, dobija se konačan izgled štampane ploče, slika 2.3d. To je pogled na pločicu sa strane štampe. Sve komponente su sa druge strane (strane komponenata), pa, kao što je već rečeno, ne mogu da se vide. One su ipak nacrtane jer to, kao što je već napomenuto, olakšava i crtanje štampanog kola i kasniju montažu komponenata.



Slika 2.3. Postupak crtanja štampanog kola ispravljača sa slike 2.1.

Dva kruga prečnika 3 mm nacrtana blizu sredine leve i desne strane pločice označavaju rupe kroz koje prolaze zavrtnji kojima se pločica pričvršćuje na svoje mesto u kutiji u koju je smešten ispravljač.

Na slici 2.3d se lako zapaža da levo i desno od otpornika i diode ima mnogo praznog prostora. Pomeranjem C1 i greca u desno, a T, C2 i TP u levo, kao i odgovarajućim pomeranjima po vertikali, dobila bi se pločica manjih dimenzija. Time bi se ostvarila ušteda materijala, koja je naročito značajna pri profesionalnoj, serijskoj proizvodnji. Autor je ovaj članak namenio amaterima, kojima, ako prave samo jedan primerak ispravljača sa slike 2.1, ušteda od nekoliko kvadratnih centimetara kaširanog pertinaksa, koja se ostvaruje pažljivijim raspoređivanjem komponenata pri crtanju štampanog kola, ne znači mnogo. Ali, iz mnogo razloga, svaki čovek je obavezan da sve što radi, radi na najbolji mogući način. Zato, ne budite za-



Slika 2.3. Postupak crtanja štampanog kola za ispravljač sa slike 2.1.

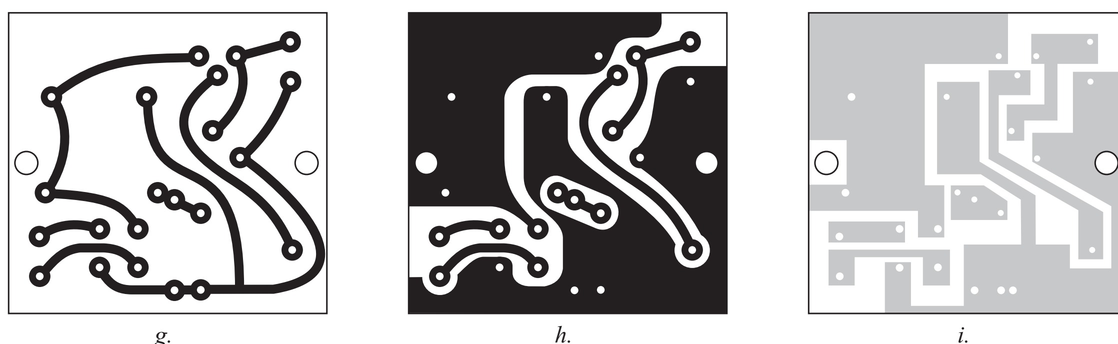
dovoljni crtežom, sve dok on ima neki čak i mali nedostatak. U tom smislu, slika 2.3d nije dobra. Drugačijim rasporedom komponenata, ona je mogla da bude znatno manja. Rešenje na slici 2.3e je bolje, a vi, radi vežbe, nacrtajte još bolje. Dodatno smanjenje moglo bi da se ostvari i ako bi krajeve otpornika i diode savili (kao što se vidi u desnom delu slike 2.2c i 2.2d), tako da se montiraju uspravno, kao i korišćenjem trimer potenciometra za vertikalnu montažu.

Na slici 2.3f je prikazano kolo sa slike 2.3e bez komponentata, onako kako ono stvarno treba da izgleda. Međutim, kao što je već rečeno, to je slika rađena na personalnom kompjuteru. Pošto mi crtamo kolo slobodnom rukom, ono će izgledati kao na slici 2.3g.

Linije koje na dosadašnjim slikama povezuju stopice su, radi bolje preglednosti slike, tanje nego što bi mogle da budu. Sigurnije je, naročito ako kroz njih teku veće struje, da linije budu šire. Na slici 2.3h je prikazano kolo sa slike 2.3g, na kome su linije kroz koje teče struja koju potrošač" vuče" iz ispravljača proširene do maksimuma, što u našem slučaju nije bilo neophodno. Time se ostvaruje ušteda tečnosti za nagrizanje bakra, pločica postaje otpornija na mehanička oštećenja, a komponente se efikasnije hlade jer bakarne površine odvode sa njih toplotu i emituju je u okolni prostor. Ali to nije sve. Na slici 2.3h je malsimalno povećana površina sa kojom su spojeni negativni kraj greca i donji krajevi C1, D, TP i C2. (Taj provodnik je masa uređaja.) Njeno povećanje na maksimalnu moguću veličinu doprinosi i stabilnijem radu uređaja, naročito ako su to uređaji koji rade na visokim učestanostima, kao što su radio-prijemnici, radio-predajnici i slično.

I, na kraju, na slici 2.3i je prikazan izgled štampane pločice istog ispravljača o kojoj će biti reči kasnije.

Nije loše da, pošto ste završili sa crtanjem, malo odahnete, a zatim pristupite zadnjoj, vrlo pažljivoj proveri štampe, koja se svodi na pažljivo upoređivanje električne šeme i štampane ploče. U našem primeru to znači da treba uporediti sliku 2.1 i sliku 2.3g (ili 2.3h). Na slici 2.1, naizmenični napon sa sekundara transformatora se vodi na grecov usmerač (na nožice obeležene simbolima za naizmeničnu struju), tako je i na slici 2.3g. Znači, dobro je! Na slici 2.1 međusobno su spojeni + pol greca, + pol kondenzatora C1, jedan kraj otpornika i kolektor tranzistora. Tako je i na slici 2.3g. Vrlo dobro! Drugi kraj otpornika je spojen sa katodom zenerove diode i jednim krajem potenciometra. Tako je i na crtežu štampanog kola, odlično, itd.



Slika 2.3. Postupak crtanja štampanog kola ispravljača sa slike 2.1.

2.1.1. Skakači (kratkospojnici)

Pri crtanju štampanog kola sa mnogo komponenata i komplikovanih veza među njima, može da se desi da konstruktor, posle mnogo rada i truda, kada mu se čini da je crtež gotov, zapazi da su dve stopice ostale nespojene. Ako su one blizu jedna drugoj, i ako ima mesta, moguće je, uz malo prepravljanja, nacrtati i tu vezu. Šta, međutim, da se radi ako između stopica koje treba da su spojene ima drugih veza koje nije moguće obići? Profesionalni pristup problemu je crtanje novog crteža. Drugi način je upotreba tzv. skakača (jumper-a). Jednostavno, treba smatrati da je štampano kolo u redu, a kasnije, kada sve komponente budu zalemljene, između stopica između kojih nedostaje veza treba zalemiti komad izolovane bakarne žice. To je skakač. On se lemi sa strane bakra. Bolje, i lepše rešenje ako u blizini stopica koje treba spojiti nacrtate još po jednu stopicu, vodeći računa da je između njih, sa strane komponenata, slobodan prostor. Skakač je sada komad izolovane žice u obliku ćiriličnog slova П, čija je dužina horizontalne strane jednaka rastojanju između stopica, a vertikalne strane (sa kojih je, naravno, skinuta izolacija) su dugačke oko 5 mm. Ovaj skakač se montira na strani komponenata, kao i sve ostale komponente.

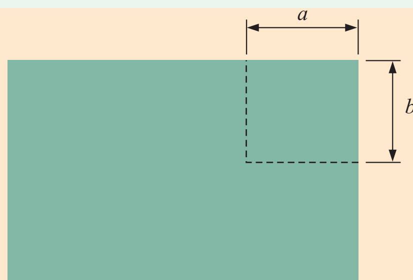
2.2. Isecanje i čišćenje pločice

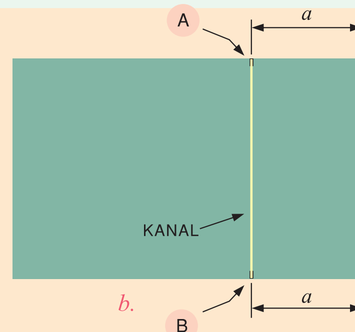
Štampano kolo se pravi od kaširanog pertinakasa ili vitroplasta, tj. od tanke ploče (debljine oko 1,5 mm) od izolacionog materijala, na koju je sa jedne strane nanesen tanak sloj bakra. Kao praktičan primer, razmotrićemo kako se pravi štampano kolo prema crtežu sa slike 2.3g. Potrebna nam je pločica čije su dimenzije 42mm x 40mm.

Ako je komad kaširanog pertinaksa koji je na raspolaganju samo malo veći od štampane pločice koju pravimo, za sečenje nam je potrebna stega, u koju se stegne taj komad, i testera za metal (bonsek), ili neka slična testera sa sitnim zupcima, kojom ćete da odsečete viškove. U slučaju da je komad pertinaksa znatno većih dimenzija od pločice, sečenje se mnogo lakše obavlja na način kako se na manje delove "seku" velike ploče od pleksiglasa, ultraplasta i sličnih, krtih i relativno tankih materijala.

Postupak je prikazan na slici 2.4. Od pločice na slici 2.4a lomimo manji komd čije su dimenzije *axb*. Prvo se, prema slici 2.4b, na strani ploče na kojoj nema bakra, obeleže tačke A i B. Na njih se postavi lenjir i, vrhom šila ili odvrtke, nekoliko puta, uz pritiskanje, prevuče od tačke A do tačke B, tako da se u ploču ureže kanal, dubine oko 0,5 mm. (On je na slici prikazan isprekidanom linijom). Zatim se ploča postavi na ivicu stola, kao na slici 2.4c. Kanal je sa gornje strane, bakarna folija sa donje. Jednom rukom, (dešnjaci levom, levaci desnom), se ploča pritisne uz sto, a drugom pritisne deo koji treba da se odlomi i on se - odlomi!

Na odlomljenom komadu se napravi novi kanal na

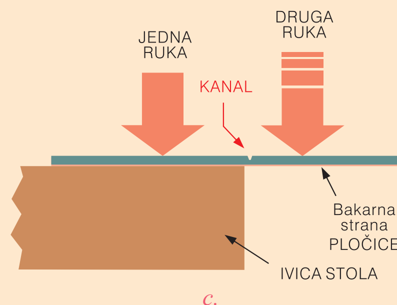




rastojanju b i odlomi komad dimenzija axb. To je naša pločica.

Bakar mora da bude potpuno čist i sjajan, jer se samo u tom slučaju nagrizanje i, kasnije, lemljenje obavlja i brzo i lako i dobro. Ako vam se čini da je on već dovoljno čist, verovatno niste u pravu. Ploča je u radnji provela neko vreme i površina bakra je sigurno manje ili više korodirala.

Čišćenje se najefikasnije obavlja pomoću nekog praškastog sredstva za čišćenje (VIM, Elektron i sl.) koje se u domaćinstvima koristi za čišćenje šporeta, sanitarija itd., ali sasvim dobri su i soda bikarbona, vrlo sitan pesak, pa i kuhinjska so i sl. Uzmite komad krpe, nakvasite je vodom pa dobro iscedite i zgužvajte je u oblik loptice. Lopticu zamočite u prašak i njime trljajte bakarnu površinu, dok ne sine "k'o u gori sunce", što bi rekao Filip Višnjić.



Slika 2.4. Prelamanje pločice: a - ploča kaširanog pertinaksa, b - obeležavanje, c - prelamanje

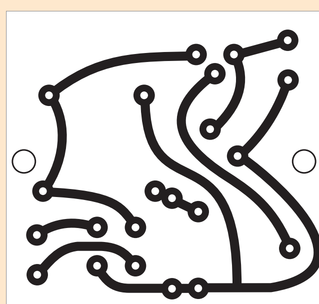
Posle toga, pazite da bakarnu površinu više ne dodirujete prstima, inače ćete je isprljati.

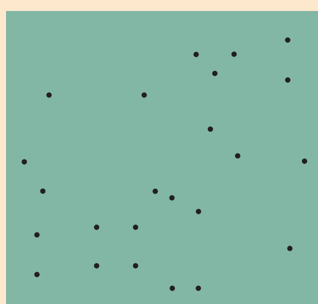
2.3. Precrtavanje crteža na pločicu

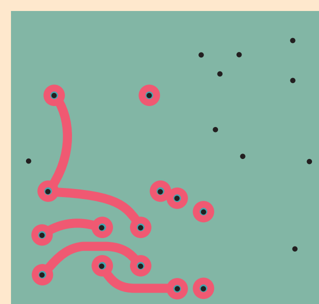
Precrtavanje crteža šatampanog kola na bakarnu stranu pločice može da se obavi pomoću olovke i indigo papira. (To je papir koji se nabavlja u prodavnicama kancelarijskog materijala, a koristi se za dobijanje više kopija na mehaničkim pisaćim mašinama.) Ako precrtavate štampano kolo iz nekog časopisa, pa ne želite da ga oštetite, prvo ga precrtajte na komad poluprovidne hartije koji se stavlja preko originala, a zatim sa ovog crteža na bakarnu stranu pertinaksa. Pri oba ova precrtavanja, ne treba se truditi da kopija bude potpuno ista sa originalom. Bitno je da rastojanja između centara stopica budu približno ista kao i na originalu i da se linije koje spajaju stopice ne dodiruju. Da prilikom crtanja crtež ne pobegne sa svog mesta, pričvrstite ga komadima lepljive trake.

Postoji i jedan drugi način precrtavanja, koji je znatno brži. Za pravo, na pločicu se ne precrtava celo kolo već samo centri stopica. Pločicu na koju se precrtava crtež, sa bakrom na gore, stavite ispod lista hartije na kome je nacrtano štampano kolo, tačno ispod crteža. U našem primeru to je crtež na slici 2.5a. Pazeći da se pločica ne pomeri, vrhom šila se probode hartija kroz centre svih stopica i centre dve veće rupe. Pri tome, šilo se dobro pritisne, tako da na bakarnoj površini ostaju dobro uočljivi ubodi. Kad se sa ovim završi, pločica treba da izgleda kao na slici 2.5b, na njoj treba da bude onoliko uboda koliko ima stopica, plus dva. Ako crtež ima mnogo stopica i linija, pa na njemu treba dugo da se radi, pločica će se ipak pomeriti. U takvim slučajevima sliku štampe treba kopirati, iseći je i pomoću dva komada lepljive trake zalepiti na pločicu.

Crtanje stopica i linija na pločici obavlja se pomoću flomastera otpornog na kiseline. On se prepoznaje po tome što miriše na alkohol, i prodaje se u knjižarama kao "flomaster za pisanje po staklu". Proverite ga, napišite (u knjižari, posle je kasno) nešto na staklu, plastici i sl., sačekajte par sekundi, pa probajte da to obrišete vrhom prsta. Ako se ne skida - flomaster je OK. Ipak, ova proba nije 100% sigurna, mnogo je sigurnije ako flomaster kupite u prodavnici elektronskih komponenata. (Naravno, naglasite prodavcu da vam je potreban flomaster za crtanje štampanih kola). Vrhom flomastera, oko svakog uboda na pločici (osim ona dva za veće rupe), nacrtajte kružić prečnika između dva i tri milimetra. Flomasterom radite lagano, tako da sloj boje koja ostaje na pločici bude što deblji. Pazite da u sredini svih stopica, oko svakog uboda, ostane malo ostrvo od bakra. Zatim, gledajući sliku 2.5a, pažljivo i polako, nacrtajte i sve linije. One ne moraju da imaju potpuno isti oblik kao linije na slici 2.5a, pogotovo ne moraju da budu onako "izlomljene". Debljina linija je oko jednog milimetra, ali ni to nije obavezno, mogu da budu i malo tanje (tamo gde mora) i mnogo deblje (tamo gde je to moguće). Bitna stvar je da se tokom crtanja ne spoje susedne stopice ili linije,







Slika 2.5. Precrtavanje crteža štampanog kola na pločicu: a - crtež, b - pločica sa ubodima šila koji označavaju centre stopica, c - početak crtanja flomasterom

odnosno da se ne ostvare spojevi i veze kojih na crtežu nema. Ako se to ipak desi, žiletom ili nekim malim oštrim odvrtačem odstružite viškove boje. Na slici 2.5c je prikazan početak crtanja, nacrtano je nekoliko stopica i nekoliko veza. Crtanje štampe je gotovo kada na bakarnoj strani pločice imate kompletnu sliku 2.5a.

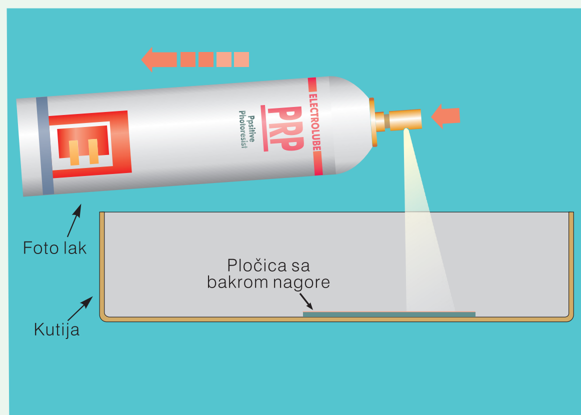
2.3.1. Prenošenje crteža foto postupkom

Opisani postupci precrtavanja crteža štampanog kola na pločicu pomoću flomastera su sasvim dobri kada su u pitanju elektronski uređaji kao šro su ispravljači, razni pojačavači, alarmni uređaji, jednostavniji digitalni uređaji i sl. Međutim, njih nije moguće koristiti u složenijim digitalnim uređajima koji imaju vrlo veliki broj minijaturnih stopica i vrlo tankih linija. Jednostavno, stopice su suviše malih dimenzija a linije suviše tanke (čak i do desetog dela milimetra) i sasvim blizu jedna pored druge, tako da ih nije moguće nacrtati rukom. U takvim slučajevima koristi se kompjuter i neki od programa za projektovanje štampanih kola. Najpoznatiji su TANGO, OrCAD PCB, PROTEL itd., ali je moguće koristiti i druge programe za crtanje. Na primer, svi crteži u ovoj knjizi, uključujući i crteže štampanih kola, rađeni su u CorelDRAW-u.

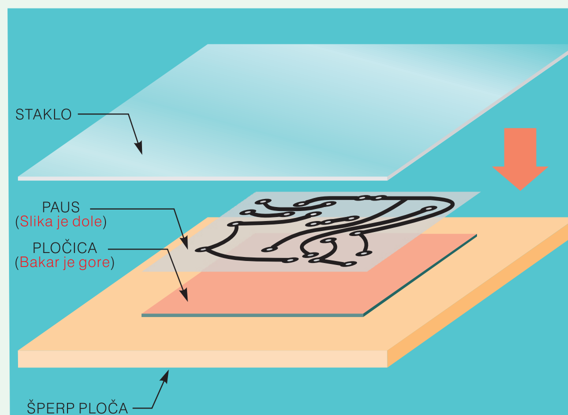
Za izradu pločice foto postupkom je potreban foto lak u obliku spreja, koji se prodaje u prodavnicama elektronskih komponenata. Uz njega obično ide i pisano uputstvo za korišćenje, koje je korisno proučiti od svetlosti.

e. Za dalji rad potrebni su jedan komad stakla i jedan komad šper ploče istih dimenzija, koje su veće od dimenzija štampane pločice koju pravimo. Prema slici 2.7, na šper ploču se stavi pločica. Bakarna strana, koja je isprskana lakom, mora da bude gore. Na nju se stavi paus sa crtežom kola. Strana na kojoj je crtež mora da bude sa donje strane, tako da boja kojom je crtež pravljen leži na bakru. Preko pausa se stavi staklo. Staklo se pritisne i komadima lepljive trake spoji po uglovima sa šper pločom. Tako ste napravili sendvič. (Kroz staklo se vidi paus, a kroz njega, kad bi bio potpuno providan, videli bi se crtež kola i bakarna strana pločice). Sve ovo se radi u polumraku, sa što manje svetlosti koja bi mogla da ošteti foto lak.

f. Sad je vreme za svetlost. Sendvič, sa staklom na gore, se stavi ispod UV (ultra violetne) sijalice i drži ispod nje nekoliko minuta. U nedostatku ove sijalice može da se koristi Sunce (20 do 30 sekundi), fluorescenta sijalica (Daylight tipa - koja stvara dnevnu od



Slika 2.6. Prskanje pločice lakom



Slika 2.7. Sendvič: šper ploča, pločica sa lakiranim bakrom na gore, paus sa slikom na dole, staklo

Postupak izrade štampane pločice je sledeći:

a. Štampano kolo se nacrta rukom, ili odštampa, ako se radi kompjuterom, na poluprovidnoj hartiji, koja se u prodavnicama kancelarijskog materijala prodaje pod imenom paus papir.

b. Iseče se komad kaširanog pertinaksa potrebnih dimenzija i, na ranije opisan način, bakarna strana se dobro očisti.

c. Bakarna strana pločice se ravnomerno isprska lakom u tankom sloju. Lak je, nešto manje nego fotografski film, osetljiv na svetlost, pa se prskanje obavlja u nekoj polutamnoj prostoriji (kupatilo bez prozora, u koje svetlost iz hodnika dopire smo kroz malo odškrinuta vrata i sl.). Osim toga, lak je osetljiv i na prašinu, pa i o tome treba voditi računa. Sloj laka treba da je vrlo tanak i ravnomerno preliven preko cele površine.

Da ne biste lakom isprskali i okolne predmete, najbolje je da koristite neku kutiju, recimo kartonsku kutiju za cipele, na čije dno stavljate pločicu (sl. 2.6).

Odmah po završetku lakiranja, zatvorite dobro kutiju i odmah otvorite vrata i prozore da se prostorija dobro provetri.

d. Sušenje laka na pločici u kutiji, na sobnoj temperaturi, može da potraje čitavih 24 sata. Ovo vreme se skraćuje na samo oko 15 minuta ako se sušenje obavlja u rerni šporeta, na temperaturi oko 70°C. Pri sušenju, lak promeni boju, odnosno postane malo svetliji (recimo, od tamno plavog postane svetlo plav i sl.). Hlađenje pločice traje nekoliko minuta. I sušenje i hlađenje treba obavljati u polumraku, štiteći pločicu od svetlosti) snage 40 W (oko 90 minuta), ali i obična sijalica snage nekoliko stotina vati, koja ima takvo vlakno da pločica bude ravnomerno osvetljena. Stavite pločicu ispod sijalice, tako da svetlost pada direktno na staklo, na rastojanju od 15 do 20 cm. Da bi cela površina pločice bila ravnomerno osvetljena, s vremena na vreme pomerajte pločicu levo-desno, napred-nazad.

Vreme izlaganja sendviča svetlosti zavisi od vrste i jačine svetla ali i od vrste foto laka. Zbog toga je neophodno eksperimentisati i naći optimalne vrednosti.

g. Na redu je razvijanje. Pločica se odvoji iz sendviča u zatamnjenoj prostoriji. Na pločici se raspoznaju linije i stopice, postaju žućkaste boje. Razvijač se pravi tako što se 7 (sedam) grama natrijum hlorida (NaOH - živa soda) rastvori u 1 (jednom) litru hladne vode. Pločica se stavi u neku plitku posudu od plastike, tako da je bakarna strana na gore i sipa razvijač, tako da prekrije pločicu za nekoliko milimetara. Pločica ostaje u rastvoru oko 2 minuta, dok lak koji nije bio zaštićen od svetlosti (lak koji stopice i linije na crtežu nisu štitile od svetlosti) ne bude rastvoren. Razvijanje je gotovo kada se na pločici pojavi crtež štampanog kola, "nacrtan" lakom.

h. Na kraju, pločica se još malo osuši u rerni, jer je razvijač omekšao i lak koji je ostao na pločici. Preostalo je da se izvrši nagrizanje nezaštićenog bakra na pločici, o čemu će biti reči kasnije.

* Svi ljubitelji elektrotehnike koji poseduju kompjuter i laserski štampač prave pomoću njih crteže šta-

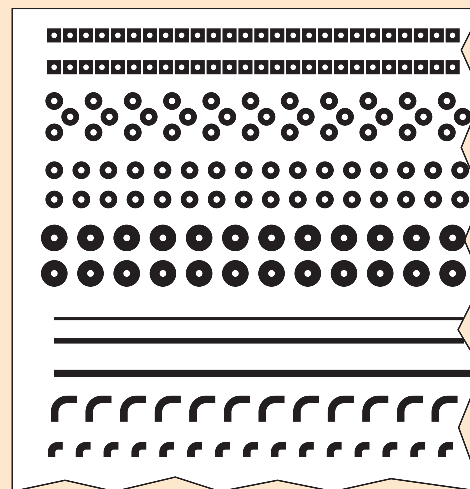
mpanih kola. Ako se koristi foto postupak, bez obzira koji se program koristi, treba imati u vidu da crtež na pausu mora da bude takav da, kad se paus stavi na pločicu, emulzija (boja kojom štampač crta sliku) dodiruje bakar.

Pri korišćenju nekog programa za projektovanje štampanog kola, korisnik vidi pločicu sa strane komponenata, a ne sa strane bakra kao na slici 2.3., pa pri štampanju treba da koristi opciju *Mirror*, *Emulsion Down* ili nešto slično, što zavisi od programa.

2.3.2. Prenošenje slike pomoću "Letraseta"

Letraset (postoji i "Lithoprint" i sl.) je fabrički naziv za proizvod u obliku tankog, providnog lista od hartije ili plastike na koji su, po jedan ili više redova, nanesena sva slova, znakovi interpunkcije, kvačice za pisanje slova Č, Ć, Ž i Š, crtice i sl. Ima ih u raznim veličinama slova kao i u različitim fontovima. Ove listove su nekada koristili tehnički crtači i dizajneri, pri crtanju tehničkih crteža, izradi korica za knjige, plakata, itd. List sa slovima se postavi na hartiju na kojoj nešto treba napisati, podesi se da odgovarajuće slovo bude na svom mestu i olovkom trlja preko njega. Pri tome, slovo sa lista "pređe" i zalepi se na hartiju. Zatim se, na isti način, prebaci sledeće slovo, itd., dok se na hartiji ne napiše šta je potrebno. Pored folija (listova) sa slovima, proizvode se i folije sa linijama različitih debljina, rasterima, različitim sličicama i sl.

Postoji i nešto za elektroničare. To su folije sa kružićima (stopicama), sa po tri kružića (za tranzistore), sa više stopica u dva reda (za integrisana kola), sa linijama i krivinama različitih debljina, itd., napravljenih od boje otporne na tečnosti za nagrizanje bakra. Jedan deo takvog "Letraset" lista prikazan je na slici 2.8. (U prva dva reda su stopice za integrisana kola, u trećem redu su stopice za tranzistore male snage, a zatim stopice različitih veličina, pa linije i krivine.) Kopiranje stopica i linija se vrši na isti način kao što se kopiraju slova. Stavite foliju na bakarnu stranu pločice, podesite da stopica bude na potrebnom mestu i trljate olovkom sve dok stopica ne pređe na bakar. Tri stopice za tranzistor kopirate zajedno jer se one nalaze na potrebnim međusobnim rastojanjima (to važi i za stopice za



Slika 2.8. "Letraset" stopice, linije, krivine

integrisana kola). Stopice, posle toga, povezujete linijama koje ili takođe kopirate sa folije ili crtate flomasterom, itd. Sa folije sa slovima i znacima možete na ploču da iskopirate znake + i –, da napišete nešto kao "Ulaz", "Izlaz", da pored trimera napišete "Podešavanje", da napišete godinu proizvodnje uređaja, svoje ime, ime nekoga koga mnogo volite i sl.

Štampana kola izrađena pomoću ,"Letraset"-a su izuzetno lepog oblika i skoro se ne razlikuju od fabrički izrađenih kola.

2.3.3. "Crtanje" pomoću lepljive trake

Postoji još jedan način "crtanja" štampanog kola na bakarnoj foliji, koga se autor ovih redova dobro seća, jer je pomoću njega napravio svoje prvo štampano kolo. "Crtanje" se obavlja pomoću skalpela, žileta ili oštrog noža. Naime, preko bakarne folije, na koju je pomoću indigo papira prekopiran crtež štampanog kola, zalepe se komadi providne lepljive trake (Selotejp, Scotch), tako da svi delovi bakra, koje treba zaštiti od kiseline, budu prekriveni. Zatim se viškovi trake pažljivo opseku skalpelom i odstrane sa pločice, tako da na pločici traka prekriva samo stopice i linije koje ih povezuju. Lepljenje i sečenje viškova trake je mnogo lakše i preciznije, ako se štampano kolo tako crta da na njemu nema mnogo kosih i, naročito ne, krivih linija, što je lako izvodljivo kod jednostavnijih električnih šema. Na slici 2.3i je prikazano štampano kolo ispravljača sa slike 2.1, urađeno tako da na njemu postoje horizontalne, vertikalne i po neka kosa linija. Ovu sliku treba prekopirati na bakarnu foliju, zalepiti komade selotejpa preko zatamnjenih delova i odseći i skinuti viškove trake, tako da njome budu prekriveni samo zatamnjeni delovi.

2.3.4. Prilagođavanje crteža štampanog kola

U sledećim knjigama edicije "*Praktična* ELEKTRONIKA" pored električnih šema biće dati i crteži štampanih pločica u razmeri 1:1. Sve te pločice su crtane prilično "komotno", jer autor ne zna koje su dimenzije komponenata kojima čitaoci raspolažu, odnosno koje mogu da nabave. Zato, prvo proverite da li rastojanja stopica, u koje ćete da zalemite izvode komponenata, kao i prostor predviđen za te komponente, odgovaraju komponentama kojima raspolažete, pa, ako je potrebno, izvršite potrebne izmene na crtežu (pomerite stopice i veze među njima). Ovo naročito važi za trimer potenciometre, trimer kondenzatore, blok i elektrolitske kondenzatore (čije dimenzije zavise od veličine kapacitivnosti ali i od radnog napona) i sl. Na primer, prečnik konenzatora C1 na slici 2.3a je oko 18 mm, a rastojanje između njegovih nožica je 12,7 mm. Ako vaš kondenzator ima manji prečnik, a rastojanje između nožica je 10 mm, tada oko 1,5 mm ispod stopice obeležene sa + nacrtajte još jednu stopicu, a oko 1,5 mm iznad stopice obeležene sa –, nacrtajte drugu i spojite ih sa stopicama u koje su zalemljeni pozitivan odnosno negativan kraj greca. Istu stvar uradite i sa kondenzatorom C2, a, ako je potrebno, i sa ostalim komponentama.

Najbolje je, zapravo, da vam crteži štampanih pločica iz ovog i sledećih brojeva "*Praktične* ELEKTRONIKE", služe samo kao primeri kako one mogu da budu realizovane, koji treba da vam pomognu da sami napravite svoju pločicu, čije dimenzije najbolje odgovaraju komponenatama kojima raspolažete. Veština koju ćete na taj način steći biće vama od velike koristi pri kasnijem samostalnom projektovanju.

2.4. Nagrizanje

Krajnji rezultat opisanih postupaka projektovanja štampanog kola i njegovog precrtavanja na pločicu je pločica na čijoj bakarnoj strani je crtež sa slike 2.3g, nacrtan fotopostupkom, "Letraset"-om, selotejpom ili, što je najverovatnije, flomasterom otpornim na tečnost za nagrizanje bakra. Sledeći korak je nagrizanje viška bakra, odnosno odstranjivanje sa pločice bakra koji nije zaštićen stopicama i linijama. To se u amaterskim uslovima obavlja pomoću ferihlorida, ili pomoću mešavine sone kiseline i oksižena.

2.4.1. Nagrizanje pomoću ferihlorida

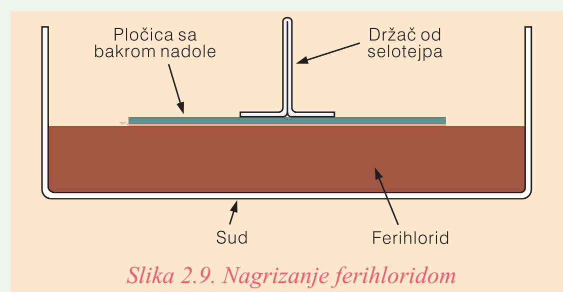
Ferihlorid ($FeCl_3$) je tečnost crveno-smeđe boje, upakovana u dobro zatvorene, plastične flaše. On se prodaje i u čvrstom stanju, u obliku grumenova kristala. Da bismo dobili tečnost, u plastičnu posudu u kojoj 0,5 kg grumenja treba naliti 1 (jedan) litar vode i sačekati da se grumenovi otope. Treba imati u vidu da je ferihlorid, kao i većina drugih kiselina, otrovna materija, opasna za oči, otvorenu ranu i sluzokožu. Vrlo je aktivan, pa ako vam kapne na neki metalni predmet ili na odeću, to odmah dobro operite, da bi sprečili koroziju, ili pojavu rupe na odeći. Najbolje je da se nagrizanje pločice obavlja u kupatilu tako da vam je voda pri ruci. Dakle, pri radu sa ferihloridom, treba biti oprezan. Ali, nema nikakvih razloga za strah. Autor ovih redova ga koristi godinama, i do sada mu se nije desilo ništa neprijatno, ako se ne uzme u obzir metalna pinceta koju je upropastio vadeći pločicu iz suda sa kiselinom. Rastvor ferihlorida se koristi više puta, pa se po upotrebi vraća u originalni sud, koji se dobro zatvori i skloni na neko skrovito mesto nedostupno deci. Posle nagrizanja većeg broja pločica, rastvor ferihlorida postaje sve zasićeniji bakrom i vreme za nagrizanje postaje sve duže. Nagrizanje može da se ubrza ako se ferihlorid zagreje. Zagrevanje može da se obavi električnom sijalicom, koja se postavi iznad suda u kome se vrši nagrizanje.

Za nagrizanje pločice je potreban neki plitak sud, četvrtastog oblika, izrađen od plastike, stakla, porculana i sl. Najbolje je koristiti sudove koje koriste foto amateri za razvijanje fotografija.

Sasvim dobar sud možete da napravite od četvrtaste plastične flaše, ili kantice u koje se pakuju razna ulja za automobile, a kojih ima kod svakog automehaničara. Ako je u pitanju četvrtasta flaša, isecite oštrim nožem jednu bočnu stranu, a ako je u pitanju kantica, presecite je otprilike na jednoj četvrtini od dna i dobili ste dobar sud za nagrizanje.

Sipajte ferihlorid u sud, tako da dubina tečnosti bude nekoliko centimetara. Stavite pločicu, sa bakrom na dole, tako da "pliva" na površini tečnosti (sl. 2.9). Pločicu treba povremeno vaditi iz rastvora i proveravati kako se proces razvija, jer ako pločica suviše dugo ostane u rastvoru on će početi da uništava i bakar ispod boje. Vađenje pločice može da se vrši pomoću plastične pincete koju koriste fotografi, a može i pomoću obične plastičme štipaljke za veš, ili pomoću komada lepljive hartije (selotejpa) zalepljenog, u obliku malog držača, na gornjem delu pločice (kao na slici 2.9).

Pomerite pločicu, naročito ako je većih dimenzija, nekoliko puta levo-desno da biste bili sigurni da se ispod nje nisu zadržali mehuri od vazduha.



Slika 2.9. Nagrizanje ferihloridom

Tečnost će početi da nagriza i rastvara bakar koji nije zaštićen flomasterom, i posle izvesnog vremena, oko 15 minuta, sav ovaj bakar će nestati. Kada je nagrizanje završeno i na pločici nema više nezaštićenog bakra, treba je prvo dobro oprati u vodi, a zatim skinuti boju koja je štitila štampane veze. Najbolje je ako se i to obavi trljanjem vlažnom krpicom zamočenom u neko, već pominjano, sredstvo za čišćenje koje koriste domaćice, ili krpicom zamočenom u alkohol. Na pločici će se pojaviti sjajne bakarne linije i kružići istog oblika kao linije i kružići na slici 2.3g.

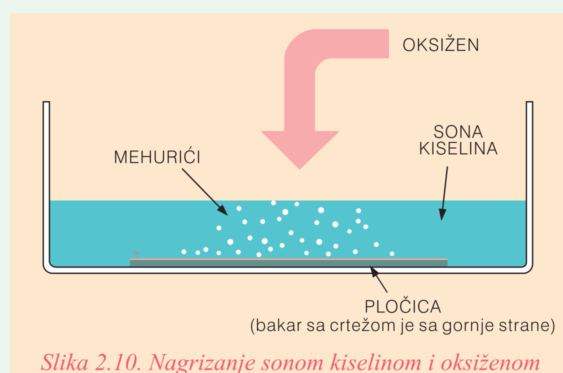
2.4.2. Nagrizanje pomoću $H_2O+HCl+H_2O_2$



Umesto ferihlorida, za nagrizanje se češće koristi mešavina (smeša) hlorovodonične kiseline (HCl), oksižena (H_2O_2 - vodonik peroksid) i vode. Ne koristi se čista hlorovodonična kiselina već njen 35% rastvor, koji se u radnjama prodaje pod nazivom sona (ili solna) kiselina, a u domaćinstvima se koristi za čišćenje kada, lavaboa i sl. (Pazite, ako posedujete koncentrovanu (100%) kiselinu, pa želite da napravite 35% rastvor, tada u određenu količinu vode treba sipati oko dva puta manju količinu kiseline, recimo dve čaše vode i jedna čaša kiseline. Nikako ne ulivajte VODU U KISELINU (skraćeno, to je VUK), već kiselinu u vodu. Jednostavno, u sud u kome pravite rastvor prvo sipajte dve čaše vode, a zatim jednu čašu kiseline).

Vodonik peroksid se, pod imenom oksižen, prodaje u apotekama, radnjama koje snabdevaju frizerske salone i kozmetičkim radnjama. Prodaje se u koncentracijama od 30% ("superoksid"), ili manjim (od 8% do 12%).

I sona kiselina i oksižen su dosta agresivna sredstva, naročito opasna za oči i sluzokožu, pa pri radu sa njima treba biti oprezan. Najbolje je da sa njima, kao i sa ferihloridom, radite u kupatilu, ili nekom drugom mestu u neposrednoj blizini tekuće vode. Ako vam neka od ovih tečnosti kapne na ruku, neku alatku ili predmet, treba ih odmah oprati vodom.



Slika 2.10. Nagrizanje sonom kiselinom i oksiženom

Smeša se pravi neposredno pred nagrizanje. Na dno plitkog plastičnog suda, o kome je već bilo reči, stavi se pločica, sa bakrom na gore i sipa sona kiselina tako da tečnost prekrije pločicu (sl. 2.10). Zatim se u nju dodaje oksižen, koji se sipa direktno iznad pločice. Količina oksižena koji se dodaje zavisi od njegove koncentracije, kao i od koncentracije kiseline.To znači

da treba iznad pločice sipati malo oksižena, podići malo levi pa desni kraj suda, da se tečnosti izmešaju i posmatrati pločicu. Smeša je potpuno providna, i ako bakar posle desetak sekundi počne da menja boju, nagrizanje je počelo. Pri tome, iz tečnosti izlaze mehurići kojih treba da bude malo više nego u čaši sveže kisele vode. Ako mehurića nema, ili ih je malo, dodajte još malo oksižena. Pri dodavanju, pazite da ne preterate, jer ako mehurića ima previše, tečnost će početi da se zagreva i može da uništi boju. S vremena na vreme, pomoću fotogtafske pincete, štipaljke za veš, ili običnog štapića od drveta ili plastike, podignite pa vratite dole jedan kraj pločice, tako da tečnost koja je bila na površini pločice "sklizne", i na njeno mesto dođe nova tečnost.

Proces nagrizanja se lako prati, jer je tečnost providna. Nagrizanje je završeno kada na pločlci nema više nezaštićenog bakra. Nju treba izvaditi i dobro oprati u vodi, a boju koja je štitila štampane veze treba skinuti. Najbolje je ako se to obavi trljanjem vlažnom krpicom, zamočenom u neko od već pominjanih prašakastih sredstava za čišćenje. Na pločici će se pojaviti sjajne bakarne linije i kružići istog oblika kao na slici 2.3g.

Posle upotrebe, mešavina sone kiseline i oksižena se OBAVEZNO baca. Nije moguće čuvati je jer mehurići ne prestaju da izlaze, što znači da tečnost intenzivno isparava. (Zbog toga, tokom rada treba neprekidno provetravati prostoriju.)

Nagrizanje štampane pločice, kao što se vidi, nije neki posebno komplikovan posao. Ipak, ako se to radi prvi put, potrebno je malo vežbanja, dok to ne postane običan, rutinski posao. Zato, prvo probajte sa malim komadom kaširanog pertinaksa na kome ste nešto nacrtali flomasterom i posle nekoliko pokušaja uspećete da napravite sasvim dobru štampanu pločicu. Još je bolje ako vam ceo postupak demonstrira neki iskusniji kolega ljubitelj elektronike.

2.5. Bušenje rupica i montaža komponenata na štampanu pločicu

Ako ste pri crtanju vodili računa da u centru svake stopice ostane ostrvce nepokriveno bojom, posle nagrizanja u centru svake bakarne stopice će biti malo udubljenje. (Udubljenja će postojati i ako ste crtež precrtavali pomoću šila.) Kroz ta udubljenja treba probušiti rupice kroz koje se provlače nožice komponenata. Prečnici tih rupica treba da su sasvim malo veći od preseka nožica. Najčešće, tako je, na primer, sa komponentama na slici 2.1, rupice imaju prečnik 0,8 mm, ali ima slučajeva kad moraju da budu šire. Na žalost, burgije prečnika 0,8 mm se teže nabavlajaju, a lako lome, pa se u amaterskoj praksi najčešće koriste burgije prečnika 1mm. Bušenje se najlakše obavlja malom električnom bušilicom montiranom na stalku, ali može da se uspešno obavi i "iz ruke". U nedostatku električne može da se koristi i mala ručna bušilica. Ispod štampane pločice svakako treba podmetnuti komad deblje bukove šper ploče ili komad ravne daske od nekog tvrđeg drveta, a ne komad stiropora, ili nešto slično. Ne pritiskajte bušilicu suviše jako, jer će burgija pri izlasku iz pertinaksa da odvali mali komad. (Ovo se dešava kada kao podmetač koristite stiropor, bez obzira koliko pažljivo bušite.)

Završena pločica, sa rupicama od 1 mm za komponente i dve rupe od 3 mm za zavrtnje kojima se pločica montira u kutiju u koju je smešten ispravljač sa slike 2.1, prikazana je na slici 2.11a.

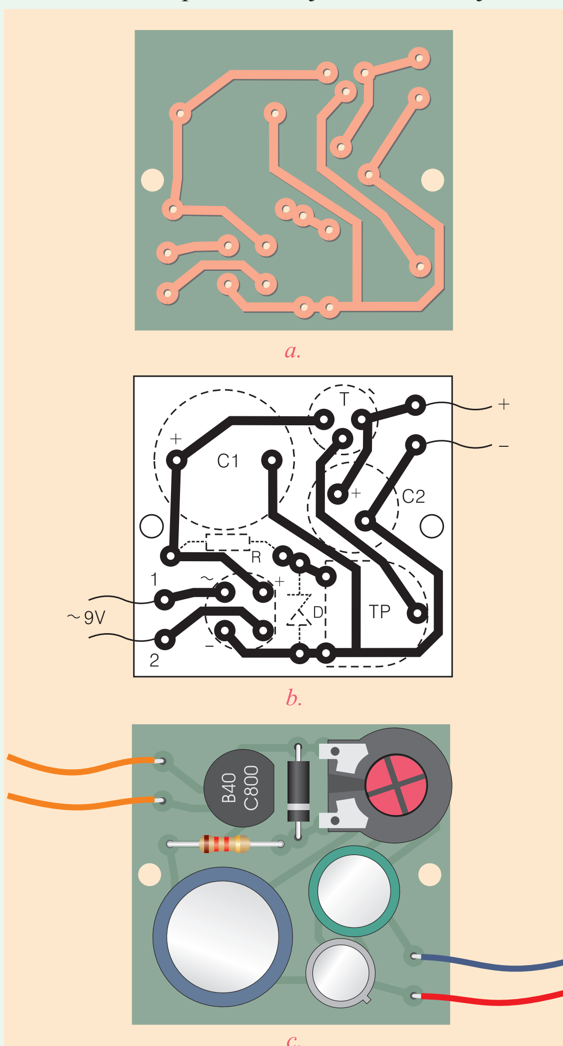
Pri montiranju komponenata na pločicu, vrši se poslednja provera da li je štampano kolo dobro nacrtano, tj. stalno se vrši upoređivanje sa rasporedom na slici 2.3e, koja je ponovo prokazana na slici 2.11b. Pri tome, ne zaboravite da su komponente na ovoj slici nevidljive, jer se nalaze sa suprotne strane. Upoređivanje je naročito jednostavno ako je štampana pločica napravljena ne od pertinaksa već od vitroplasta koji je poluprovidan. Pošto se uverimo da komponenta stoji tačno na predviđenom mestu, zalemimo jedan njen kraj, proverimo da komponenta i dalje stoji u potrebnom položaju, pa zalemimo i ostale krajeve i skratimo ih sečicama. I tako, stalno proveravajući da li su veze u redu, a komponente na svojim mestima, zalemimo sve komponente.

U našem primeru, pločica sa komponentama treba da izgleda kao na slici 2.11c. Ova pločica je napravljena od vitroplasta, pa se na njoj vide i bakarne linije i neke stopice, koje su sa suprotne strane.

Neke od komponenata uređaja koji pravimo, kao što su transformatori (MT na slici 2.1), razni prekidači, kućište osigurača, LED diode, potenciometri, itd, nisu na štampanoj ploči. Veze između ovih komponenata, kao i između njih i štampane pločice, se ostvaruju žicama koje se pripremaju na sledeći način.

Odmerite potrebnu dužinu žice i odsecite je. Sa oba kraja žice skinite izolaciju u dužini od oko 5 mm i ove delove kalajišite, tako da su sa svih strana budu ravnomerno presvučeni tankim slojem kalaja, kao što je to već objašnjeno u tekstu u vezi sa slikom 1.3a. Takođe, kalajišite i ušice potenciometra i buksne i, ako ih ima, ušice prekidača i transformatora i tada pristupite lemljenju. Naslonite vrh žice na ušicu, pa na njih naslonite vrh lemilice, kojom ste prethodno uhvatili malo kalaja. Držite lemilicu dok se i žica i ušica ne zagreju dovoljno, tako da ih kalaj potpuno obuhvati sa svih strana.

Većina komponenata koje se ne montiraju na šta-



Slika 2.11. a - štampana pločica,
b - crtež štampane pločice,
c - štampana pločica sa komponentama

mpanu pločicu na ušicama na koje se leme žice imaju rupe. Spoj će biti mnogo bolji i sigurniji ako se kalajisani vrh žice provuče kroz ovu rupu i savije, pa tek onda zalemi.

Za ova spajanja mogu da se koriste obične žice u izolaciji od plastike (PVC izolacija), ali je bolje ako se koriste tzv. licnaste žice. One se sastoje od više, recimo deset, tankih bakarnih žica, koje zajedno čine jednu žicu u zajedničkoj PVC izolaciji.

Skidanje izolacije sa kraja žice može da se vrši specijalnim kleštima (blankerice), sečicama pa i nožem. Ali, bez obzira čime to radite, uvek postoji mogućnost da se žica delimično zaseče i na tom mestu kasnije prekine. Još je gore sa licnastim žicama, naročito ako izolaciju skidate sečicama. Skoro je sigurno da ćete bar nekoliko tankih žica da otkinete. Zbog toga autor ovih redova, bez obzira što poseduje prava klešta za skidanje izolacije, skidanje obavlja pomoću lemilice. Vrh lemilice se pritisne na izolaciju i ona počne da se topi. Zatim se, sa pritisnutom lemilicom, lagano "obiđe" oko žice, tako da u izolaciji ostane kanal. Posle toga se komadić izolacije svuče sa žice pomoću palca i nokta srednjeg prsta. (Nije baš naročito profesionalno, ali je dobro, mada ima i onih kojima smeta što se na taj način prlja vrh lemilice.)

Na slici 2.11c su prikazane četiri žice, dve kojima je pločica spojena sa sekundarom mrežnog transformatora (MT na slici 2.1) i dve kojima je spojena sa buksnama na prednjoj strani kutije u koju je smešten kompletan ispravljač. To mogu da budu obične bakarne žice, ali je bolje ako su licnaste, jer se one teže prekidaju.

2.6. Dvostrana štampana ploča

Pored jednostrano kaširanog pertinaksa, o kome je bilo reči u prethodnom tekstu, postoji i pertinaks na čije je obe strane nanesen tanak sloj bakra. On se najčešće koristi pri praktičnoj realizaciji digitalnih elektronskih kola koja imaju mnogo linija kojima se spajaju komponente, dovode i odvode signali, itd. Komponente se montiraju na jednoj strani, strani komponenata, a većina veza, sve koje mogu da se ostvare, su na suprotnoj strani, kao i kod običnih štampanih kola. Preostale veze se crtaju na strani komponenata. Spojevi između bakarnih linija sa jedne i sa druge strane ostvaruju se na taj način što se te linije crtaju tako da se ukrštaju, a na mestu ukrštanja se buši rupica, kao za komponentu. U fabričkoj proizvodnji te rupe se metalizuju (oblože metalom), čime se ostvaruje potreban spoj. U amaterskoj praksi spoj se ostvaruje tako što se kroz rupicu provuče komad žice koji se zalemi za obe bakarne linije. Može i kolo da se tako projektuje, da kroz tu rupicu prolazi priključak neke komponente koji se zalemi za obe bakarne linije.

Ako se crtež štampanog kola koje se realizuje na jednostrano kaširanom pertinaksu, pri precrtavanju na bakarnu stranu pločice, pomeri malo levo ili desno, to nema velikog značaja. Ali u slučaju dvostrane štampe, čak i vrlo malo pomeranje može da dovede do toga da je vrlo teško, često i nemoguće, ostvariti potrebne veze između jedne i druge strane. Zato je najbolje nacrtati samo jednu stranu, izvršiti nagrizanje bakra i izbušiti rupe. Rupe kroz koje prolaze provodnici kojima se ostvaruje spoj između veza sa suprotnih strana, omogućuju da se veze sa druge strane nacrtaju tačno na potrebnim mestima. Naravno, te veze ne smeju da prelaze preko ostalih rupa jer su one "zauzete". Zatim se izvrši i nagrizanje bakra i sa te strane.

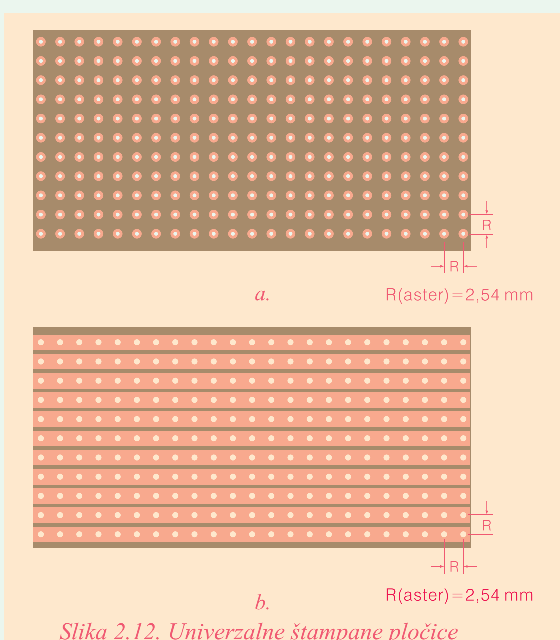
Dok se nagriza jedna strana, druga mora da bude zaštićena. To se najlakše ostvaruje tako što se na nju, pomoću lepljive trake, pričvrsti komad neke plastične folije.

2.7. Univerzalna štampana ploča

U prodavnicama elektrotehničkog materijala mogu da se nađu i tzv. univerzalne štampane ploče. To su ploče od kaširanog pertinksa ili vitroplasta na kojima su nagrizanjem napravljene bakarne stopice, linije različitih debljina i oblika, kombinacije stopica i linija itd. i izbušene rupice. Kao ilustracija, na slici 2.12 su prikazane dve univerzalne pločice. Gornja se sastoji samo od stopica na međusobnom rastojanju od R=2,54 mm. Na njoj, komponente se montiraju na strani na kojoj nisu stopice, a rasporede se tako da stopice koje treba povezati budu što bliže jedna drugoj. Nožice komponenata se zaleme i skrate. Povezivanje stopica se ostvaruje komadima žice, sa čijih je krajeva skinuta izolazija, a oni kalajisani na način opisan u tekstu u vezi sa slikom 1.3a. Kao primer upotrebe ove ploče, na slici 2.13b je prikazana praktična realizacija jednostavnog radio-prijemnika za srednje talase, čija je električna šema data na slici 2.13a.

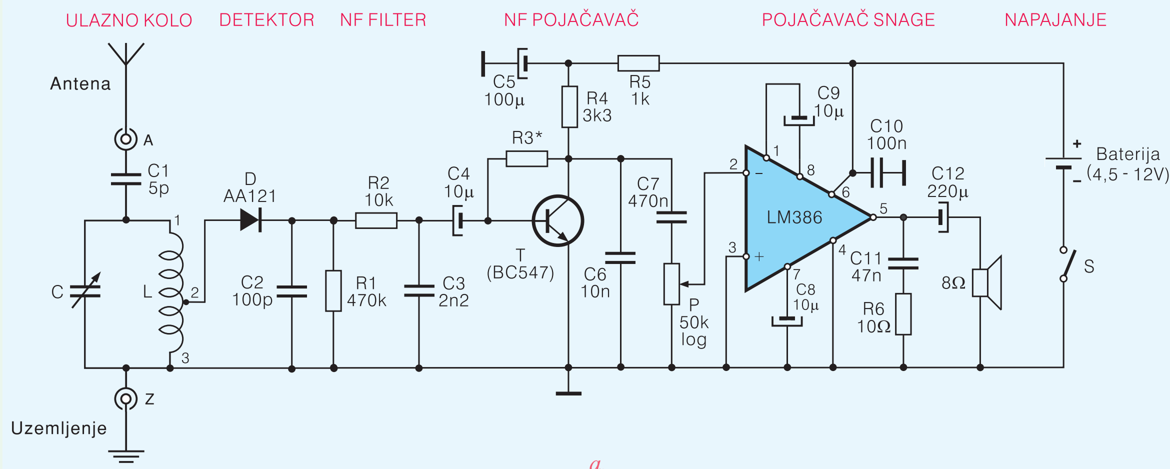
Štampana pločica na slici 2.12b se sastoji od bakarnih traka sa rupicama. Komponente se takođe montiraju jedna blizu druge, vodeći računa da se, kao veze među njima, maksimalno iskoriste bakarne trake. Kada je to potrebno, trake se prekidaju, tako što se poprečko na njih oštrim nožem (skalpelom) proseče plitak kanal. Veze koje nije moguće ostvariti trakama, ostvaruju se komadima žica. Ove žice mogu da se leme sa strane na kojoj su bakarne trake, ali je bolje da se koriste već pominjani kratkospojnici, koji se montiraju na strani komponenata.

Na slici 2.14 je prikazana praktična realizacija ispravljača sa slike 2.1, pomoću univerzalnog štampanog kola sa slike 2.12b. Na levom delu slike komponente su prikazane u uprošćenom obliku, kao providni objekti. Rupice kroz koje su provučene nožice komponenata prikazane su kao kružići crne boje. Bakarne linije su sa suprotne strane, ali su prikazane radi lakšeg sagledavanja veza. Zapazite da su bakarne linije na nekoliko mesta prekinute (ispod Greca i tranzistora).

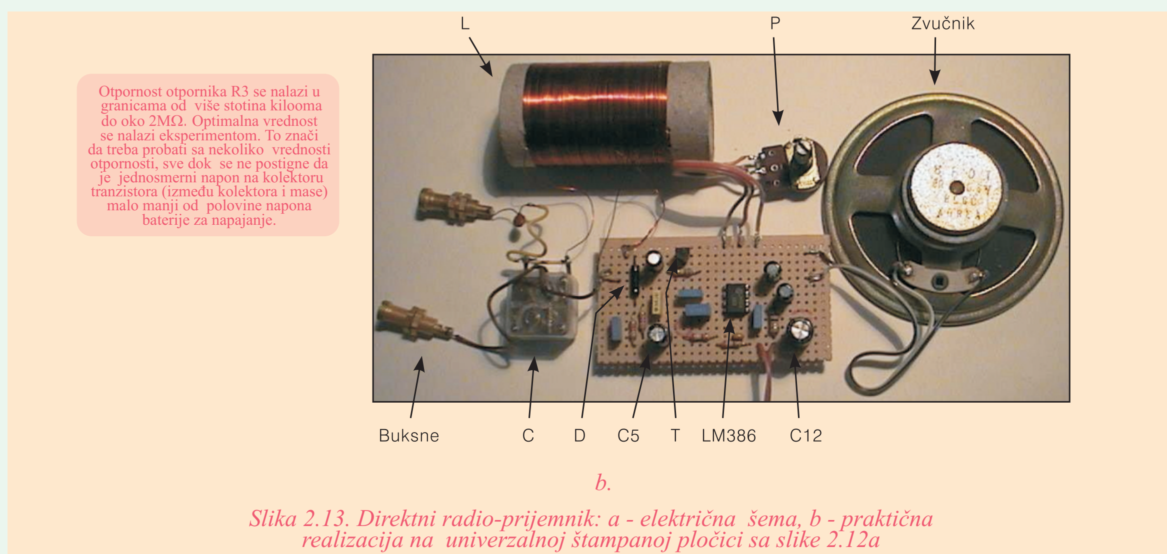


Slika 2.12. Univerzalne štampane pločice

Na desnom delu slike 2.14 je prikazn stvaran izgled štampane pločice sa komponentama. Pomoću dve žice u levom delu pločica se povezuje sa transformatorom MT, a sa druge dve sa buksnama na kutiji.

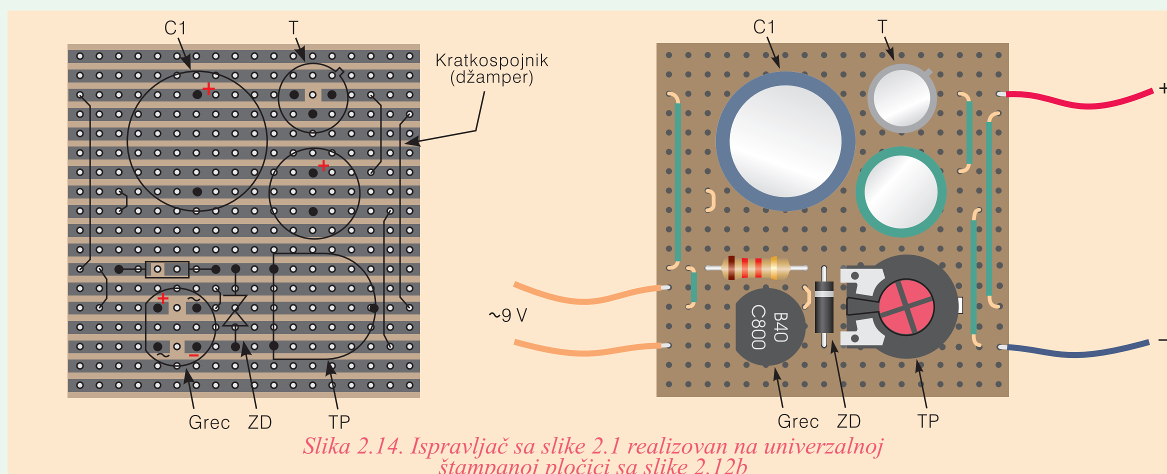


a.



b.

Slika 2.13. Direktni radio-prijemnik: a - električna šema, b - praktična realizacija na univerzalnoj štampanoj pločici sa slike 2.12a



Slika 2.14. Ispravljač sa slike 2.1 realizovan na univerzalnoj štampanoj pločici sa slike 2.12b



Autor ovog teksta je, na opisane načine, napravio stotine štampanih pločica. Ali, sve su to bile unikatne pločice, samo za jedan primerak uređaja. Kada je trebalo napraviti više istih pločica, autor se obraćao profesionalcima za izradu štampanih ploča. Poslao bi im crtež, a oni bi obavili sve ostalo. Danas, u doba elektronske pošte i "Brze dostave paketa", ceo posao možete da obavite a da ne izađete iz svoje sobe. Adresa jednog od prizvođača štampanih ploča data je na početnoj strani.

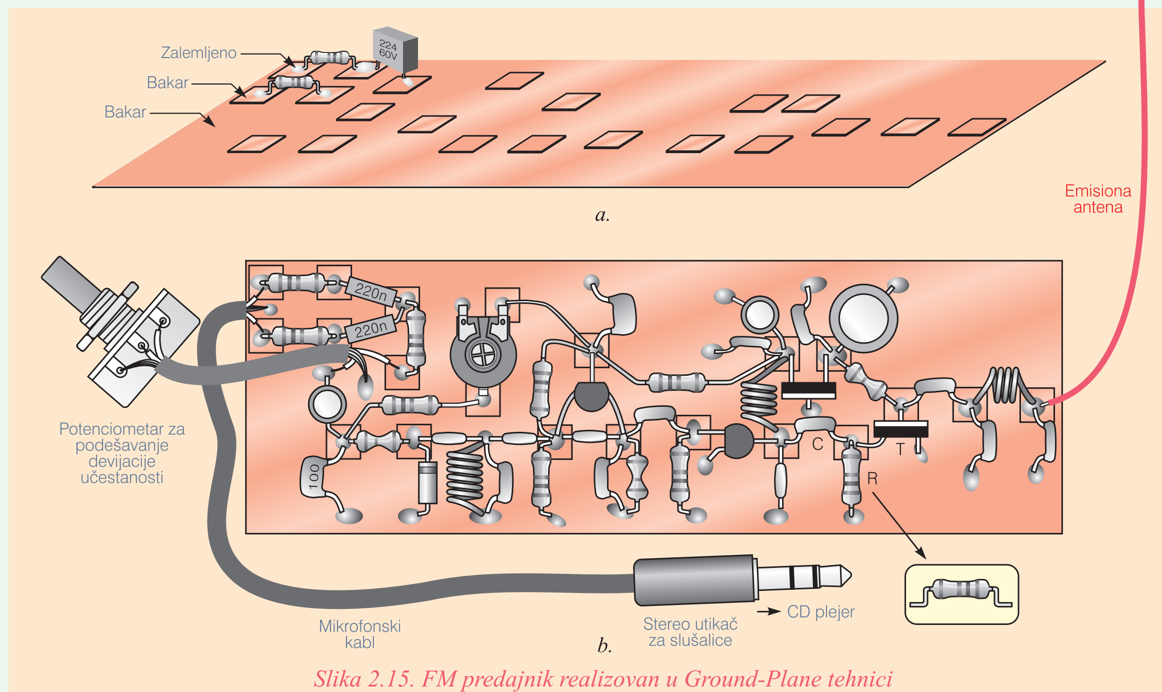
2.8. "Štampana" ploča bez nagrizanja bakra

Pri projektovanju štampanih kola elektronskih uređaja koji rade na visokim učestanostima, recimo FM predajnika, korisno je da deo bakra koji predstavlja masu uređaja ima što je moguće veću površinu. U tom smislu, idealno bi bilo kada bi se cela bakarna površina koristila kao masa. To se i radi a u amaterskom žargonu to je *Grond-Plane* tehnika

Od kaširanog pertinaksa, istog onakvog od koga se prave štampana kola, se izreže potreban broj malih komada u obliku kvadrata dimenzija oko 5mmx5mm. Ovi komadi se, sa bakrom na gore, prema primeru na slici 2.15a, zalepe na bakarnu stranu ploče kaširanog pertinaksa. Tako se dobije velika bakarna površina sa više malih, izolovanih ostrva od bakra. Na sva ostrva se nanese malo kalja, na način objašnjen u tekstu u vezi sa slikom 1.3b. Komponente se leme kao što je prikazano na slici 2.15b. Prvo se skrate, saviju i kalajišu nožice, kao što je u desnom donjem delu prikazano za otpornik R.

Ona nožica koja ide na masu lemi se za veliku bakarnu površinu, a druga za odgovarajuće ostrvo. Tako se donja nožica otpornika R lemi za pločicu, a gornja za ostrvo u koje su zalemljeni i jedan kraj kondenzatora C i jedna nožica snažnog tranzistora T.

U levom gornjem uglu prikazan je položaj tri komponente čije su nožice zalemljene.



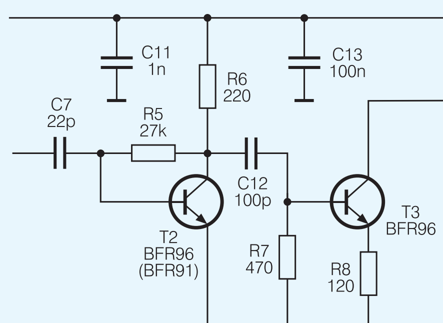
Slika 2.15. FM predajnik realizovan u Ground-Plane tehnici

2.9. Dead Bug - crknuta buba

Ovo što ćete sada da pročitate izgleda kao prilično šašava stvar, ali je istinita. Među ljubiteljima elektronike postoje i takvi koji se takmiče u tome ko će da napravi najružniji elektronski uređaj, koji, ipak, normalno funkcioniše. Ta oblast elektronike ima i svoje ime: Ugly Electronics (odvratna elektronika). Mnogi od pobornika ovog stila rada, pri praktičnoj realizaciji štampane pločice, koriste tehniku koja se popularno zove tehnika "crknute bube", jer se komponente tako montiraju da mnoge od njih, naročito integrisana kola u plastičnom DIL pakovanju, liče na crknute insekte sa raširenim nogama i pipcima. Ova tehnika ima i svoje dobre strane: a. - nije potrebno da se bakarna strana pločica nagriza, što je značajno za one koji izbegavaju da u svojoj kući drže kiseline, b. - cela bakarna površina se koristi kao masa, što je korisno za uređaje koji rade na visokim učestanostima, naročito za FM predajnike.

Prvo se, imajući u vidu da veze između komponenata budu što kraće, pažljivo isplanira raspored komponenata. Zatim se za bakarnu površinu na pločici zaleme one nožice koje prema električnoj šemi treba spojiti sa masom. Ostale nožice ovih komponenata služe kao lemne tačke za druge komponente. Za pojedina spajanja, kada su nožice koje treba spojiti jako udaljene, koriste se komadi žica. Od velike pomoći mogu da budu i mali komadi kaširanog pertinaksa koji se, kao što je opisano u prethodnom projektu, lepe na glavnu ploču i koriste kao lemne tačke u slučajevima kada u istu tačku treba zalemiti više od tri provodnika.

Kao primer, na slici 2.16 je prikazan detalj jednog elektronskog uređaja realizovan u tehnici crknute bube. Lemne tačke sa masom su prikazane crvenim tačkama, a lemne tačke "u vazduhu" svetlo žutim.



Slika 2.16. Tehnika "crknuta buba"

Kako vam se čini? Ugly? Možda, ali latinska sentencija (izreka, poslovica) kaže:

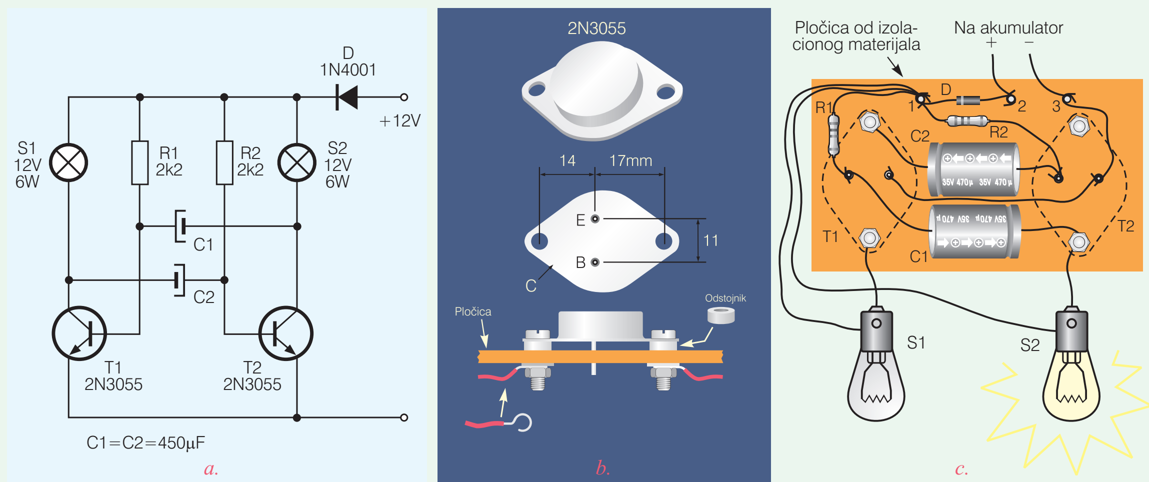
DE GUSTIBUS NON EST DISPUTANDUM.

(O ukusima se ne raspravlja.)

3. OSTALI NAČINI POVEZIVANJA KOMPONENATA

Kao što je ranije već napomenuto, jednostavnija elektronska kola mogu da se realizuju i bez štampanih kola. Jedan primer takve realizacije je prikazan na slici 2.17. Na slici 2.17a je električna šema elektronskog treptača sa dve automobilske sijalice koje se naizmenično pale i gase. To je uređaj namenjen automobilistima, koji treba da vrlo upadljivo upozori sve vozače automobila na kola parkirana (zbog kvara ili nekog drugog razloga) pored otvorenog puta, kojije naročito koristan noću, kada pada kiša, ili je magla i slično. Napajanje je iz automobilskog akumulatora od 12 V. Dioda D sprečava kvar uređaja do koga može da dođe pri pogrešnom uključivanju na akumulator. (Ako se njena anoda greškom poveže sa negativnim krajem akumulatora, a drugi kraj uređaja, koji treba da se spoji sa minusom, spoji sa plusom akumulatora, dioda D će biti polarisana nepropusno, i kroz nju, a time i kroz kolo, neće teći struja.) Ako se koriste sijalice čija je snaga veća od 6 W, treba smanjiti otpornost otpornika R1 i R2 i povećati kapacitivnost kondenzatora C1 i C2

Na slici 2.17b su prikazani oblik i dimenzije snažnog tranzistora 2N3055. On ima dve nožice, to su baza (B) i emiter (E). Kolektor (C) je spojen sa metalnim kućištem, pa se veza sa njime ostvaruje preko komada žice čiji se jedan kraj pritegne ispod jednog od dva mašinska zavrtnja kojim se tranzistor pričvršćuje za hla-



Slika 2.17. Dvostruki treptač: a - električna šema, b - oblik i dimenzije 2N3055, c - montaža komponenanata

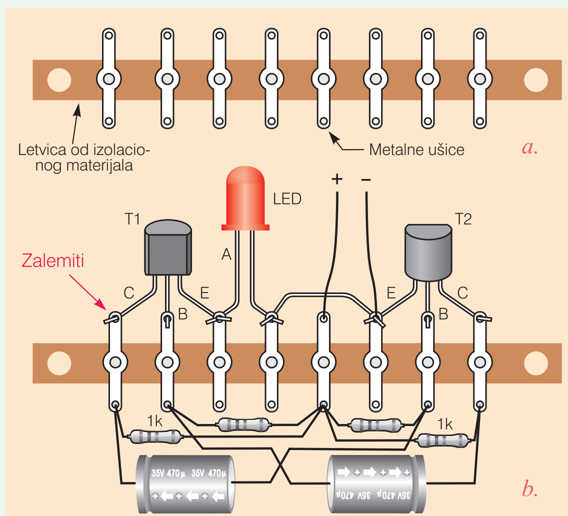
dnjak. Hladnjak je obavezan kad se iz tranzistora "izvlači" velika snaga (maksimalna snaga 2N3055 je preko 100 W). Pošto je snaga našeg uređaja mnogo manja (oko 6 W, 3W po tranzistoru), hladnjaci nisu potrebni. Na donjem delu slike 2.17c je prikazano kako se tranzistor, pomoću dva metalna odstojnika, izdiže iznad pločice, čime se poboljšava cirkulacija vazduha, a time i hlađenje tranzistora.

Praktična realizacija je prikazana na slici 2.17c. Osnova je pločica od izolacionog materijala. To može da bude pločica od običnog (ne kaširanog) pertinaksa, ultraplasta, plastike, pa i tanke šperploče. Na pločici je izbušeno osam rupa prečnika 4 mm. Tranzistori su postavljeni na svoja mesta i pričvršćeni sa po dva mašinska zavrtnja od 4 mm. Obratite pažnju, slika 2.17c je pogled na pločicu sa strane na kojoj se nalaze dioda, otpornici i kondenzatori. Tranzistori su sa suprotne strane. Ispod jednog od dva zavrtnja, kojima je tranzistor T1 pričvršćen na pločicu, pritegnut je i jedan kraj žice kojom se kolektor povezuje sa jednim krajem sijalice S1. Sa tog kraja je skinuta izolacija, on je kalajisan i savijen u obliku kruga. Na isti način su povezani i kolektor T2 i jedan kraj sijalice S2, kao i pozitivan kraj kondenzatora C2 sa kolektorom T1, i pozitivan kraj C1 sa kolektorom T2. Negativni krajevi kondenzatora su zalemljeni sa bazama tranzistora. Pre nego što su zalemljeni, ovi krajevi su kalajisani i nekoliko puta omotani oko nožica baza, čime je ostvaren bolji i mehanički pouzdaniji spoj. Na isti način, za baze su spojeni i i po jedan kraj otpornika R1 i R2. Ako je pločica od šperploče, tada kružići obeleženi sa 1, 2 i 3, predstavljaju tri mala eksera. Oko onog obeleženog sa 1 su po nekoliko puta omotani krajevi oba otpornika, diode i žica koje idu na sijalice, a zatim je sve to "zaliveno" kalajem. Drugi kraj diode (anoda) je omotan oko eksera broj 2, oko koga je omotan i jedan kraj žice koja ide na pozitivan kraj akumulatora. Oko eksera broj 3 su omotani krajevi žica, kojima je ova tačka spojena sa negativnim krajem akumulatora i emiterima tranzistora, koji su takođe spojeni komadom žice čiji su krajevi nekoliko puta omotani oko nožica emitera. Naravno, pošto su žice omotane, svi ti spojevi su "natopljeni" kalajem. "Natapanje" se obavlja tako što se vrh lemilice i tinol žice zajedno naslone na namotanu žicu, tako da se tinol topi i "natapa" spoj. Pre omotavanja, krajevi svih žica treba da budu očišćeni od oksida i kalajisani.

Ako je pločica od nekog drugog izolacionog materijala, tada kružići 1, 2 i 3 predstavljaju ili male mesingane zakovice (nitne), ili komade deblje bakarne žice čvrsto uglavljene u rupice na pločici.

Na slici 2.18. je prikazan još jedan način praktične realizacije elektronskog uređaja, bez štampane ploče. Za montažu i spajanje komponenanata koristi se tanka letvica od izolacionog materijala (pertinaksa) na kojoj je zakovano više mesinganih zakovica sa ušicama (sl. 2.18a), koja može da se kupi u prodavnicama elektrotehničkog materijala Ovakve i slične letvice mogu da se koriste i pri eksperimentisanju i proveri nekog jednostavnijeg električnog kola, mada je za to mnogo praktičnija ranije opisana matador ploča. Kao primer upotrebe letvice sa zakovicama, na slici 2.18b je prikazano kako treba namontirati komponente žmigavca sa LED diodom sa slike 2.18c.

Kao i uvek, krajeve komponenanata i žica treba prvo očistiti i kalajisati, pa ih tek tada provući kroz rupice na ušicama i zalemiti. Slika 2.18b je, da bi bila jasnija, prilično "komotna". Krajeve komponenanata treba skratiti na najkraću potrebnu meru, a komponente montirati blizu, vodeći računa da se ne dodiruju. Provodnici koji prolaze jedan preko drugog, kao, na primer, krajevi kondenzatora, tako da postoji opasnost da se dodirnu, se izoluju. To se ostvaruje tako što se na jedan od tih krajeva navuče tanka plastična cevčica (tzv. bužir) koja se dobija skidanjem komada izolacije sa neke deblje bakarne žice.

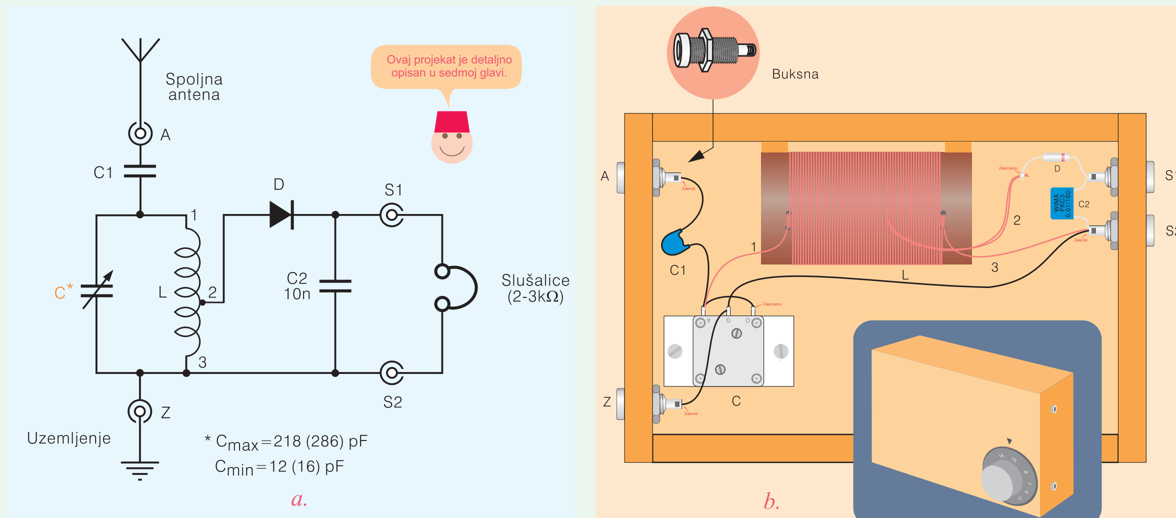


+4,5V
R1 1k
R2 22k
R3 22k
R4 1k
C1
C2
T1
T2
LED
C1=C2=10µF
c.

Slika 2.18. Praktična realizacija bez štampane ploče: a - letvica sa ušicama, b - komponente zalemljene na ušice, c - električna šema treptača

Na slici 2.19 su prikazani električna šema i praktična realizacija najjednostavnijeg radio-prijemnika. Prijemnik je smešten u drvenu kutiju čije su spoljne dimenzije 15cmx10cm. Buksne A (za priključenje spoljne antene), Z (za uzemljenje) i S1 i S2 (za slušalice) i priključci promenljivog kondenzatora C služe kao lemne tačke, između kojih su zalemljeni krajevi ostalih komponenata (blok kondenzatora, kalema i diode).

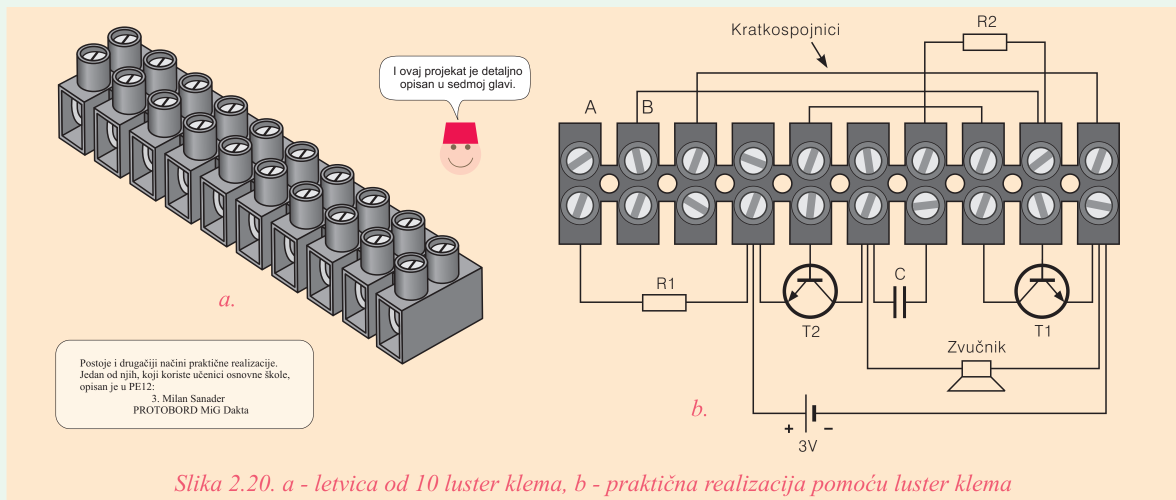
U donjem desnom uglu je slika ovog prijemnika sa prednje strane, na kojoj se vidi dugme promenljivog kondenzatora C, kojim se vrši podešavanje na stanicu.



Slika 2.19. Najjednostavniji radio-prijemnik: a - električna šema, b - praktična realizacija

Na slici 2.20a je prikazna letvica sa deset tzv. luster klema koje električari koriste za priključivanje lustera, stonih lampi i sličnih uređaja na električnu mrežu, a koja može da se iskoristi i za praktičnu realizaciju jednostavnijih elektronskih uređaja. Kao primer, na slici 2.20b je prikazana praktična realizacija ispitivača provodnosti iz knjige "Praktična ELEKTRONIKA 1 - Komponente elektronskih uređaja".

Povezivanje komponenata se ostvaruje tako što se prvo na papiru nacrta letvica i dobro prostudira kakav je optimalan raspored komponenata. Zatim se zavrtnji na letvici odviju, ispod njih uvuku krajevi komponenata i kratkospojnika pa zavrtnji pritegnu. Korisno je, radi sigurnosti spoja, da se krajevi komponenata i kratkospojnika podvuku pod oba zavrtnja. Ako su krajevi dugački, ne treaba ih kratiti već saviti.



Slika 2.20. a - letvica od 10 luster klema, b - praktična realizacija pomoću luster klema

4. KUTIJE

Za mnoge ljubitelje elektrotehnike, kutije u koje treba da smeste svoje uređaje predstavljaju čuveno "usko grlo proizvodnje". Naime, njih ili nema u radnjama, ili ih ima ali nam ne odgovaraju, bilo po dimenzijma, bilo po ceni, bilo po nečem trećem. U takvoj situaciji ne preostaje nam ništa drugo nego da se snađemo i uređaj smestimo u neku kutiju koja nam je pri ruci ili da, što je ipak najbolje, kutiju sami projektujemo i damo da je, od aluminijumskog lima debljine oko 1 mm, izradi neki limar. Postoji i prava amaterska mogućnost da kutiju napravite sami. Ideju kako to može da se uradi, možete da vidite na slici 2.21. To je kutija napravljena od šper ploče. Bočne strane (B) su napravljene od deblje šper ploče (recimo 10 mm), a sve ostale od tanje (recimo 5 mm). Zapazite da su bočne strane, za dve debljine tanje ploče, uže od prednje (P) i zadnje (Z) strane, što kutiji, kada se gleda spreda, daje lepši izgled. Na donjoj i zadnjoj strani kutije treba izbušiti više rupa prečnika oko 3 mm, kroz koje će da struji vazduh za hlađenje komponenata uređaja. Da bi strujanje bilo efikasnije, sa donje strane kutije treba prikucati dve letvice koje kutiju drže izdignutom iznad površine na kojoj stoji. Na slici 2.21, jedna od tih letvica je već na svom mestu, a druga je nacrtana izdvojeno. Spajanje stranica kutije se obavlja pomoću lepka za drvo i sitnih eksera. Zakucavanje eksera je mnogo lakše, ako se u tanjim šper pločama, na odgovarajućim mestima, prvo bušilicom izbuše rupe prečnika oko 1 mm. Posle toga, namažite tanak sloj lepka i zakucajte eksere. Prvo spojite zadnju stranu sa obe bočne, pa zakucajte i prednju i, na kraju, donju. Gornja ploča ostaje slobodna, nju ćete, pošto u kutiju smestite uređaj, da pričvrstite pomoću nekoliko malih zavrtanja za drvo sa tzv. upuštenom glavom. Pošto se

lepak osuši, za to je potrebna bar jedna noć, uzmite komad šmirgle (brusnog papira), obavijte njime komad deblje šper ploče i tom alatkom lepo izbrusite sve površine i ivice kutije. Posle toga uzmite lopaticu ("špahtlu") i gitom za drvo pažljivo popunite sve pukotine i prekrijte glave eksera, koje ste pri zakivanju, pomoću probojca ili nekog većeg eksera, zabili malo više nego što treba. Kada se git osuši, izbrusite ponovo, ali sada nekom finom šmirglom, sve strane i ivice. Kutija je spremna za bojenje. Prvo je obojite nekom osnovnom (uljanom) bojom, pa lak bojom i kutija je gotova.

Prednja strana može da se napravi i od pleksi- stakla (pleksiglasa), a može i od aluminijuma, što kutiji daje lep, profesionalan izgled. Oznake na prednjoj strani se pišu pomoću, ranije pominjanih, "Letraset" slova. Ako je prednja ploča od pleksiglasa, tada se ispod nje podmetne komad punije hartije (hamera) na kome su ispisane oznake.

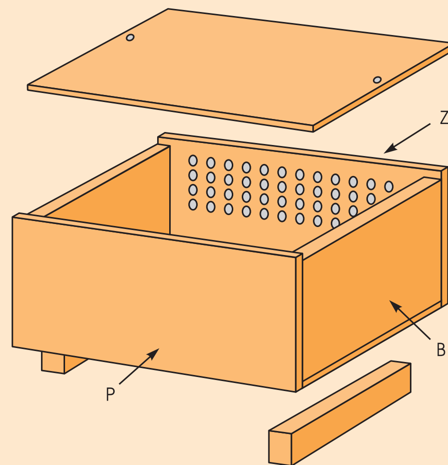
Elektronski uređaji koji rade na visokim učestanostima (iznad 100 kHz) se smeštaju u metalne kutije. U prostoru oko nas postoji vrlo veliki broj različitih elektromagnetnih polja koja stvaraju razni radio-predajnici, električni uređaji, mašine, domaći električni aparati, itd. Pod dejstvom tih polja, u svim provodnicima našeg elektronskog uređaja se indukuju naponi koji mogu da ometaju, pa čak i potpuno onemoguće njegov normalan rad. Metalna kutija deluje kao Faradejev kavez koji sprečava elektromagnetna polja da prodru u unutrašnjost i na taj način štiti uređaj od smetnji. Metalna kutija je potrebna i ako u uređaju koji pravite postoji neki VF (visoko frekventni) oscilator koji oko sebe stvara elektromagnetno polje. U tom slučaju, kutija sprečava da se to polje širi u okolni prostor i ometa normalan rad radio i TV-prijemnika vaših suseda. U oba slučaja masa elektronskog uređaja mora da se, komadom žice, ili na neki drugi način, spoji u električnom pogledu sa kutijom, a poklopac kutije mora da je u dobrom električnom spoju (obično preko zavrtnja kojima se kutija zatvara) sa preostalim delom.

Ako je kutija od drveta, ili nekog drugog izolacionog materijala, ona može da se metalizira tako da se iznutra obloži staniolskom folijom. Kao primer, na slici 2.22 je prikazana takva jedna kutija od plastike u koju treba da bude smešten mali FM radio-predajnik. Iznad nje je komad staniola izvađen iz paklice cigareta ("DRINA original" - Duvanska industrija Niš). On je izrezan i savijen u oblik pravilnog krsta sa savijenim kracima. Vrhovi krsta se još jednom saviju. Ti, još jednom savijeni delovi se zalepe za gornje rubove uspravnih strana kutije, tako da budu u kontaktu sa staniolom zalepljenim na unutrašnju stranu poklopca, koji nije prikazan na slici.

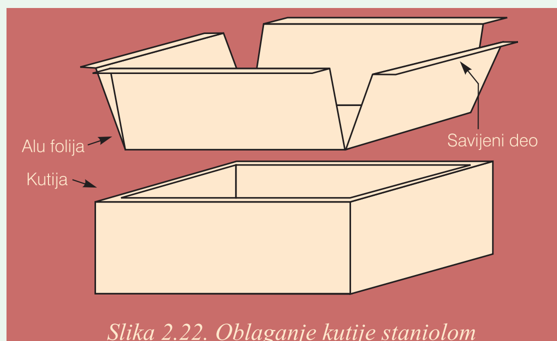
Staniol iz pomenute vrste cigareta je zalepljen na običnu hartiju. Ta strana sa hartijom se lepi u unutrašnjosti kutije. Lepak treba prvo naneti samo na nekoliko mesta na dnu kutije. Ubaci se folija, podesi se njen položaj i pritisne na mestima sa lepkom. Lepak se, zatim, nanese na nekoliko mesta na bočnim stranama i ta mesta pritisnu. Na kraju, lepak se nanese celom dužinom rubova bočnih strana i u tu zalepe savijeni delovi.

Ostvarenje električne veze između mase na štampanoj ploči i staniola nije sasvim jednostavno, kao što izgleda. Glavni problem je u tome što aluminijum ne može da se lemi običnim lemilicama i kalajem. Zbog toga dobra električna veza može da se ostvari samo pouzdanim mehaničkim kontaktom. Jedan od načina da se to ostvari je prikazan na slici 2.23.Na štampanoj pločici je izbušena rupa prečnika oko 2 mm, na nekom mestu gde je masa u obliku bakarne površine. Ista tolika rupa se izbuši i na odgovarajućem mestu na dnu kutije. Kroz rupu na dnu kutije se provuče mašinski zavrtanj prečnika 2 mm. Na njega se stavi metalni odstojnik u obliku valjka visine oko 3 mm. U mesto odstojnika može da se stavi nekoliko (na slici ih je tri) metalnih podloški. Zatim se stavi pločica i još jedna podloška i, na kraju, zavrtanj. Kada se zavrtanj pritegne, spoj izgleda kao u donjem delu slike 2.23.

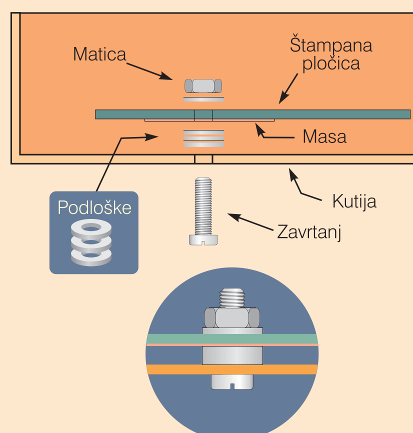
U amaterskim uslovima, metalizirana kutija, ako nije suviše velika, može da se napravi od kaširanog pertinaksa, istog onog od kog se prave štampana kola. Na slici 2.24 je prikazano kako se to radi. Radi preglednosti, nacrtan je samo jedan ugao kutije. Donja i jedna bočna strana se postave u potreban položaj i, pošto se preduzmu mere da se ne pomeraju, u tu svrhu je najbolje koristiti neku veću stegu, one se zaleme po ivici gde se dodiruju bakarne površine. Zatim se posta-



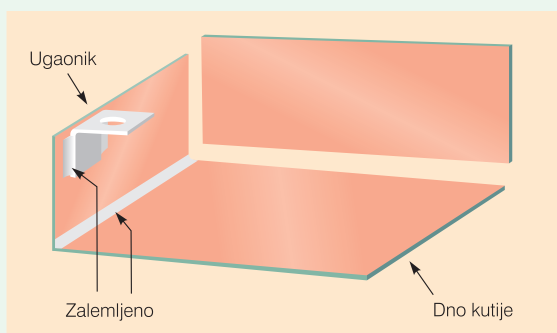
Slika 2.21. Kutija od šper ploče



Slika 2.22. Oblaganje kutije staniolom



Slika 2.23. Montaža štampane pločice u kutiji



Slika 2.24. Kutija od kaširanog pertinaksa

vi sledeća strana i zalemi, itd. Na bočnim stranama se zalemi po jedan (ili više ako je kutija veća) ugaonik od mesinga ili bakra, u kome je sa gornje strane izbušena rupa. U tu rupu se uvrće zavrtanj (samorezac) pomoću koga se poklopac spaja sa kutijom. Zavrtnje treba dobro pritegnuti, tako da se ostvari dobar električni spoj između bakarne folije na poklopcu i ugaonika.

Naša narodna poslovica kaže da "Konac delo krasi". Ako rešite da napravite neki od radio-prijemnika, koji su opisani u "*Praktičnoj* ELEKTRONICI" pod nazivom RADIO-PRIJEMNICI, većinu vaših prijatelja će više da impresionira lepa kutija u koju je prijemnik smešten nego kvalitet reprodukcije, vrsta modulacije i ostale tehničke karakteristike. A lepu, odgovarajuću kutiju ne možete da kupite, morate sami da je napravite. Što se tiče autora ovog teksta, njemu su najlepše stare drvene kutije prijemnika iz dvadesetih i tridesetih godina dvadesetog veka, iz vremena čarlstona, E. H. Armstronga i Al Kaponea. Jedna od kutija iz tih vremena je prikazana na slici 2.25.

Na slici 2.26 su prikazani delovi ove kutije. Za prednju i zadnju stranu potrebna su dva komada šperploče dimenzija 22 cm x 15 cm, debljine 5 mm; za bočne - dva komada dimenzija 15 cm x 9 cm, debljine 10 mm i za donju stranu - jedan komad dimenzija 13 cm x 9 cm, debljine 10 mm. Najbolje je da sve ove komade iseče stolar na mašini, jer će samo tada oni biti strogo pravougaonog oblika, a bočne i donja strana će imati potpuno istu širinu, što je vrlo značajno pri sklapanju. Na prednjoj strani se, pomoću šestara, nacrtaju krug i polukrug, a isecanje se obavlja iglastom testerom za ručni rad. Deo koji se iseče iz zadnje strane predstavlja poklopac. Kada se ovaj deo iseče ne treba ga više obrađivati brusnim papirom, jer će on, i ako nije isečen ravno, sasvim lepo da se uklapa u otvor na zadnjoj strani. Na unutrašnjem delu zadnje strane treba zakucati dve letvice od šper ploče dimenzija oko 2 cm x 13 cm. U njih će se kasnije ušrafiti četiri zavrtnja za drvo (rupice su prikazane kao četiri tačke), kojima se pričvršćuje poklopac. Spajanje delova se vrši lepkom za drvo i sitnim ekserima. Pre nego se počne sa kucanjem, vrlo je korisno da se u prednjoj i zadnjoj strani na rastojanu od nekoliko centimetara, burgijom prečnika 1 mm, izbuši više rupa kroz koje će prolaziti

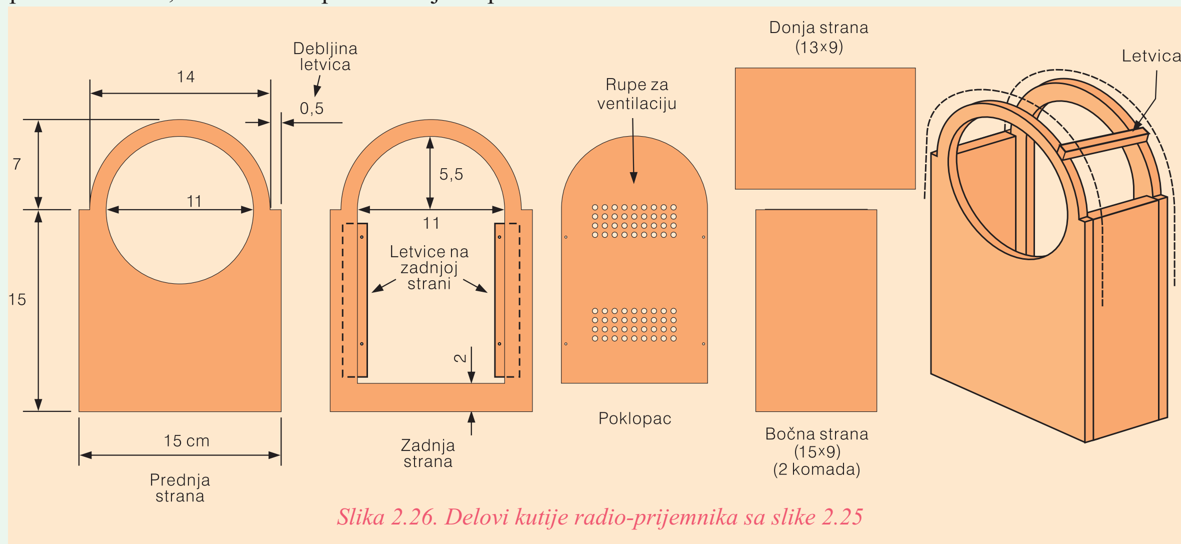


Slika 2.25. Starinski radio

ca, prostor između nih se, pomoću struške (špahtle) ispuni "gitom" koji se pravi mešanjem sitne strugotine od drveta i lepka za drvo. Posle toga, sve letvice se čvrsto pritegnu uz ivice prednje i zadnje ploče, pomoću dva komada jake lepljive trake, koji su prikazani isprekidanim linijama, i sve ostavi da se dobro osuši. Kada se sušenje završi, posle desetak sati, sve ivice i delovi letvica koji "vire", se dobro izravnaju brusnim papirom. Brzovezujućim gitom se popune sve rupice, pa se ponovi izbruse sve ivice i sve strane, pa opet gitom izvrše potrebne popravke i doterivanja, ponovo izbrusi itd., sve dok gornji deo ne bude u obliku pravilnog polukruga, sve strane glatke, a ivice pravilne.

Pre nego što se zvučnik pomoću zavrtnjeva fiksira, između njega i prednje ploče se ubaci komad dekorativnog platna koje štiti zvučnik, a doprinosi i lepšem izgledu kutije.

Ova kutija je relativno malih dimenzija, predviđena je za zvučnik prečnika oko 12 cm. Ako vi imate veći zvučnik, a on će da svira i glasnije i kvalitetnije, napravite veću kutiju. Proračun dimenzija se obavlja tako što se prečnik većeg otvora, koji odgovara većem zvučniku (izražen u centimetrima), podeli sa 11 i dobijenim brojem pomnože sve mere na slici 2.26. Na primer, ako je prečnik novog, većeg otvora 15 cm, nove dimnzije se dobijaju tako što se stare množe sa 1,36.



Slika 2.26. Delovi kutije radio-prijemnika sa slike 2.25

ekseri. Ekseri se delimično ukucaju u prednju i zadnju stranu, ivice se namažu lepkom i pristupi se zakucavanju. Kad se to završi kutija treba da izgleda kao na crtežu u krajnjem desno delu slike. (Vertikalne trake preko otvora za zavučnik nisu prikazane. Njih možete i da izostavite i izrežete ceo otvor za zvučnik. Kasnije, kad kutija bude gotova, zakucajte preko otvora nekoliko tankih letvica. Polukružni deo se pravi od letvica preseka 5 mm x 5 mm, ili nešto približno, koje se slažu jedna do druge na gornje ivice prednje i zadnje strane koje su premazane lepkom. (Na slici je prikazana samo jedna od tih letvica). Kad se stavi i poslednja letvi-

* Možda se nekom od čitalaca čini da u prethodnim redovima ima prilično preterivanja, koje skoro da prelazi u neku vrstu cepidlačenja. Postoji latinska poslovica koja kaže:

AGE QUOD AGIS

(RADI ONO ŠTO RADIŠ),

koja u našem slučaju može da se prepriča kao: ili napravite kutiju kako treba ili nemojte da je pravite.



Potrošačko društvo u kome živimo, pretrpano je raznom robom namenjenom masovnom tržištu. U želji da privuku pažnju kupaca, proizvođači pakuju svoje proizvode u kutije privlačnog dizajna, koje takođe mogu da se koriste za smeštanje elektronskih uređaja. Tako se radi i u "belom svetu". Pre nekoliko godina, u poznatom elektrotehničkom časopisu ETI TOP PROJECTS je objavljen članak pod naslovom "TIC TAC RADIO" u kome je opisana izrada AM radio- prijemnika sa kolom ZN414, koji je smešten u providnu plastičnu kutiju u kojoj su bile pakovane TIC TAC osvežavajuće bombone.

U podnaslovu članka je pisalo da izrada uređaja služi kao izgovor za kupovinu slatkiša, što je, verovatno, bilo namenjeno čitaocima koji teško podnose propisanu dijetu.

5. HLADNJACI

Sve komponente elektronskih uređaja kroz koje teku struje se više ili manje zagrevaju, pa se one, jednostavno rečeno, ponašaju kao minijaturne električne grejalice. Sve je u redu dok je snaga tih grejalica manja od maksimalne snage zagrevanja za koju su te komponente projektovane. Ali ako maksimalna snaga bude prekoračena, komponente se pregrevaju i bivaju uništene. Zbog toga se komponente velikih snaga (snažni tranzistori i integrisana kola) montiraju na tzv. hladnjake, koji odvode toplotu i zrače je u okolni prostor. Uloga hladnjaka je da preuzme toplotu od komponente i da je prenese u okolni prostor. Zbog toga su hladnjaci crne boje (crno telo najviše zrači toplotu), a konstruktivno su tako izvedeni da imaju više različitih peraja, čime je povećana površina zračenja.

Na tržištu postoji više desetina hladnjaka raznih oblika i veličina. Na slici 2.27 je prikazn jedan od prvih hladnjaka, koji se je na tržištu pojavio u isto vreme kada i čuveni snažni tranzistor 2N3055. Ovi hladnjaci se proizvode u obliku šina, koje se zatim seku na komade različitih dužina L. (Autor poseduje jedan takav hladnjak kod koga je L=350 mm.) U donjem delu slike je presek hladnjaka.

Na slici 2.28 su prikazani preseci još tri hladnjaka u obliku šine, različitih dužina L. Svi oni, uključujući i hladnjak sa slike 2.27, služe za hlađenje snažnih tranzistora i integrisanih kola.

Na slici 2.29 je presek hladnjaka koji se u personalnim kompjterima, zajedno sa malim ventilatorom, koristi za hlađenje procesora.

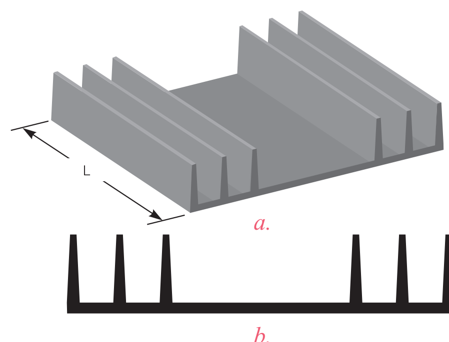
Kada se vrlo snažni tranzistori i integrisana kola koriste do samih granica njihovih mogućnosti u pogledu snage, oni se montiraju na hladnjake sa slika 2.27 i 2.28. Ali ako ti tranzistori i integrisana kola rade sa snagom koja je znatno manja od maksimalne dozvoljene snage, koriste se i znatno manji hladnjaci. Nekoliko njih je prikazano na slici 2.30. Hladnjaci na slici 2.30a se koriste za komponente u kućišima TO-220, SOT-32 i slična (LM317, BD131, BD 135 itd.), a oni na slici 2.30b za komponente u kućištima TO-3 i slična (2N3055 itd.). Na slici 2.30c je hladnjak okruglog oblika, koji se navlači na tranzistore u okruglom metalnom kućištu TO-39, kao što su 2N3866, BD321, BF186, itd.

Da bi prenos toplote sa elektronske komponente na hladnjak bio optimalan, površina komponente i površina hladnjaka koje naležu jedna na drugu treba da su idealno ravne. Pošto to, naročito kod amaterski izrađenih hladnjaka, nije slučaj, površine koje se dodiruju se, neposredno pred montažu, premažu tankim slojem specijalne silikonske paste koja dobro prenosi toplotu.

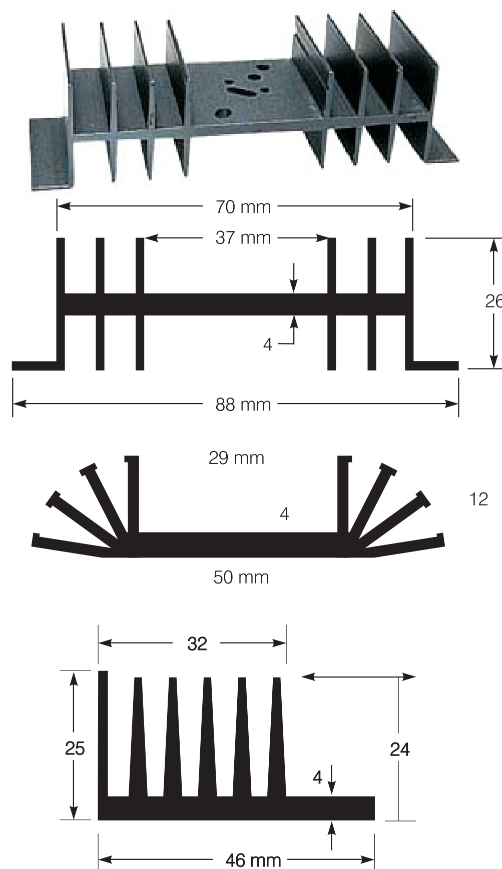
U tekstu koji sledi dato je nekoliko primera montaže komponenata na fabrički izrađene hladnjake.

Na slici 2.31 je štampana ploča na koju je namontiran hladnjak za izlazne tranzistore (T3 i T4), izlaznog stepena audio pojačavača snage 20 W.

Na slici 2.32 je štampana pločica sa komponentama stabilizatora jednosmernog napona izvedenog sa kolom 7812, koje je pomoću zavrtnja pritegnuto uz hladnjak. Ispod kola je liskunska pločica kojom je ono

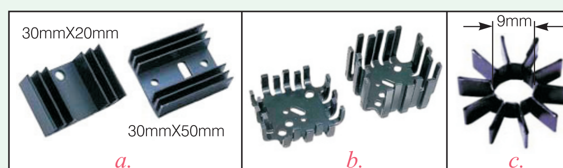


Slika 2.27. Hladnjak: a - izgled, b - presek

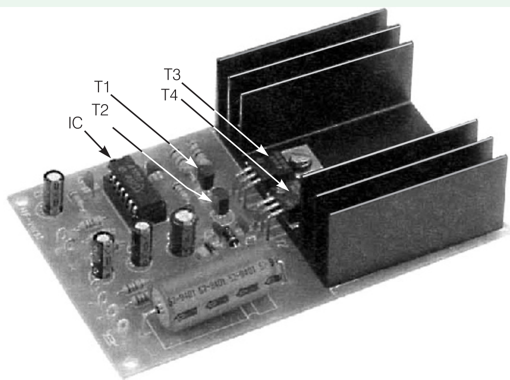


Slika 2.28. Preseci hladnjaka

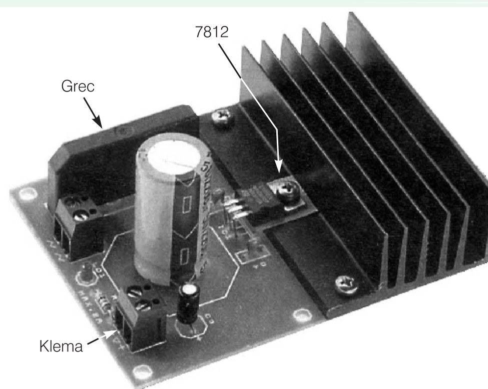

Slika 2.29. Presek hladnjaka za procesore



Slika 2.30. Mini hladnjaci



Slika 2.31. Audio pojačavač



Slika 2.32. Stabilizator napona

izolovano (u električnom pogledu) od hladnjaka.

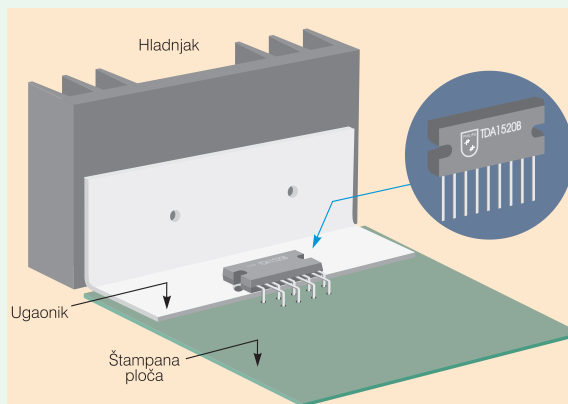
Na slici 2.33 je prikazano kako se na hladnjak montiraju integrisana kola velike snage, čije su nožice u jednoj liniji. Kao primer, prikazana je montaža audio pojačavača TDA1520B snage 20 W. Sve nožice su savijene pod uglom od devedeset stepeni, s tim što su neparne savijene bliže kućištu kola. Na taj način su povećana rastojanja između susednih nožica, čime se olakšava crtanje štampanog kola. Ugaonik je komad aluminijumskog lima debljine oko 3 mm, savijen pod uglom od devedeset stepeni. Pri savijanju ugaonika treba voditi računa da strana na koju se montira komponenta bude potpuno ravna (da se ne deformiše). Dva zavrtnja kojima se ugaonik priteže uz hladnjak i dva kojima se integrisano kolo i štampana pločica pritežu uz ugaonik nisu nacrtana.

Na slici 2.34 je prikazano kako komponenta može da se montira direktno na hladnjak, bez ugaonika. Na hladnjaku se buši jedna okrugla rupa za pričvršćivanje komponente i jedna duguljasta kroz koju idu savijene nožice. Ova duguljasta se pravi tako što se burgijom od 5 mm, izbuši više rupa što bliže jedna do druge, a zatim malom okruglom turpijom izvrši finalno doterivanje.

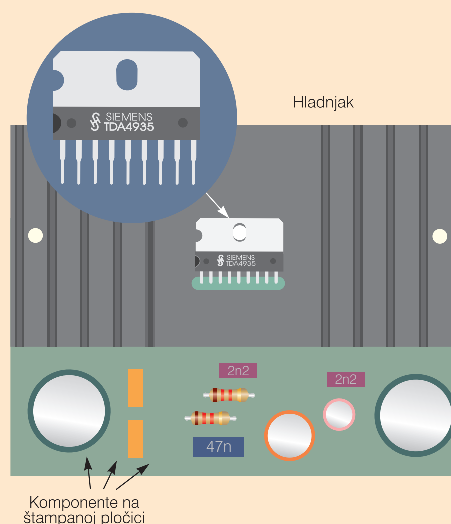
Zahvaljujući masovnoj upotrebi personalnih računara, u prodavnicama, po pristupačnim cenama, mogu da se nabave minijaturni ventilatori. Oni mogu da se koriste na dva načina. Prvi je da se na nekoj od slobodnih strana kutije izreže okrugli otvor i na tom mestu montira ventilator, a na suprotnoj strani kutije izbuši više rupa prečnika oko 5 mm. Ako ventilator ubacuje vazduh u kutiju, korisno je da se između njega i strane na koju je montiran razapne komad poroznog platna koje će da zadržava prašinu. Drugi način upotrebe ventilatora je da se on montira direktno na hladnjak. Primer takve montaže je dat na slici 2.35. Prikazan je hladnjak koji se u personalnim kompjuterima montira direktno na procesor, ali, uz malo veštine, ventilator može da se montira i na svaki drugi hladnjak. Ovaj ventilator je vrlo tih, tako da može da se koristi čak i u audio pojačavačima, naročito u onima vrlo velikih snaga.

Na slici 2.36 je prikazna montaža stabilizatora napona LM317T na mini hladnjak sa slike 2.30. Na slici 2.36a hladnjak stoji normalno u odnosu na štampanu pločicu, a na slici 2.36b je položen na nju. Ovo drugo rešenje je u mehaničkom pogledu mnogo bolje, jer zavrtanj čvrsto fiksira hladnjak uz pločicu. Ova pločica je naknadno malo dorađena, jedan deo hladnjaka je isečen, da bi integrisano kolo lepše "leglo". To, naravno, nije neophodno, kolo može da se montira i na ne modifikovanu pločicu, slično kao na slici 2.33.

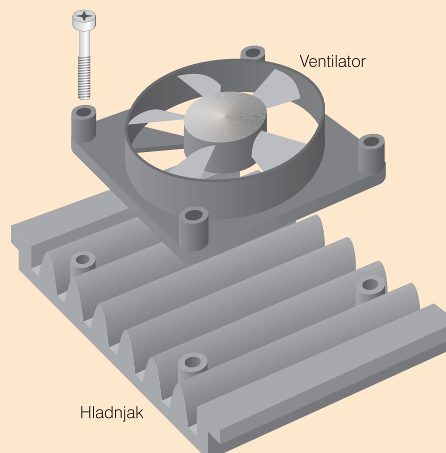
Postoje i mini hladnjaci sa otvorom kroz koji se provlače savijene nožice, kao na slici 2.36c, koji omogućuje da kolo bude u centru hladnjaka, što je njegovo optimalno mesto (tada je hlađenje najefikasnije), a cela konstrukcija izgleda lepše i prirodnije, što su, takođe, karakteristike lepo projektovanog i realizovanog elektronskog uređaja.



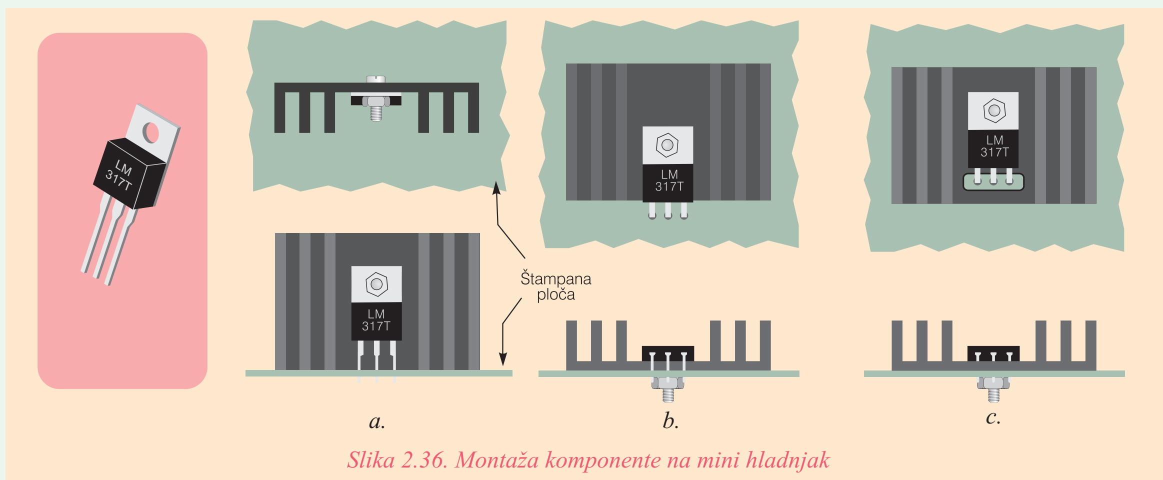
Slika 2.33. Montaža TDA1520B na hladnjak



Slika 2.34. Montaža TDA4935 na hladnjak



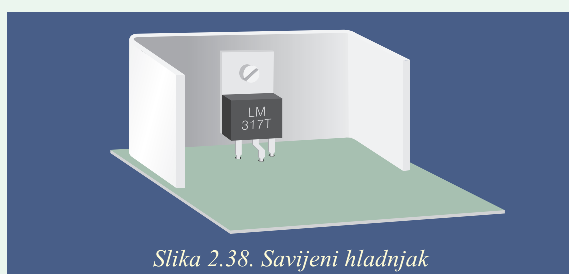
Slika 2.35. Montaža ventilatora na hladnjak



Slika 2.36. Montaža komponente na mini hladnjak

5.1. Amaterski hladnjaci

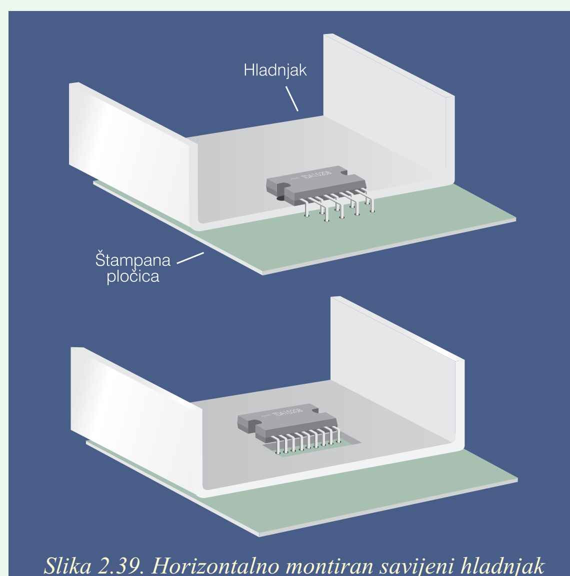
U amaterskim uslovima hladnjaci se prave od aluminijumskog lima debljine veće od dva milimetra. Pri tome treba imati u vidu da će hladnjak utoliko efikasnije da emituje toplotu u okolni prostor ukoliko mu je veća površina. Najjednostavniji hladnjak je običan komad aluminijumskog lima, kao što je prikazano na slici 2.37. Srednja nožica komponente je savijena u napred, čime se, u izvesnoj meri, povećava mehanička stabilnost komponente i hladnjaka. S druge strane, to olakšava crtanje štampanog kola. Ovakav sasvim jednostavan hladnjak je dovoljne površine samo kada se komponente ne koriste pri punoj snazi. Za veće snage, treba povećati površinu hladnjaka. Povećanje površine može da se ostvari samo povećanjem dimenzija aluminijumske ploče, ali tada hladnjak postaje suviše



Slika 2.38. Savijeni hladnjak

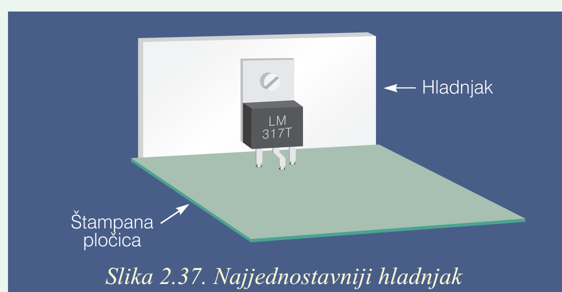
glomazan, pa se smanjenje njegovog gabarita postiže savijanjem. Takva jedan hladnjak je prikazan na slici 2.38. Donja ivica hladnjaka leži na štampanoj ploči, što doprinosi mehamičkoj stabilnosti.

Kada ima veće dimenzije, savijeni hladnjak se montira horizontalno, kao što je prikazano na slici

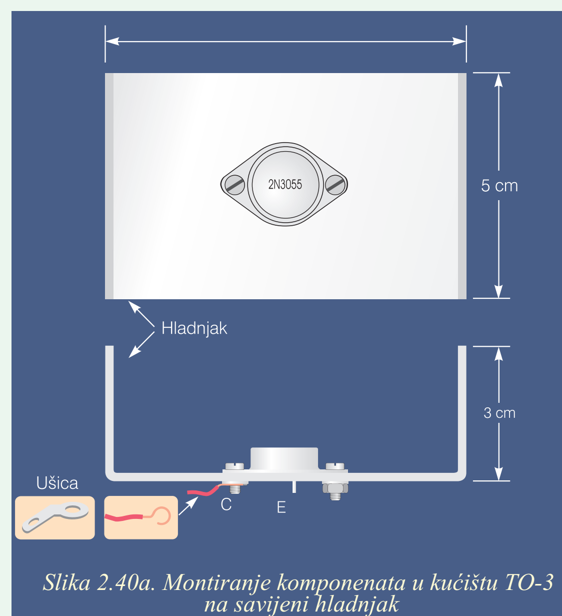


Slika 2.39. Horizontalno montiran savijeni hladnjak

2.39. Na ovm hladnjaku su izbušene dve rupe kroz koje prolaze zavrtnji kojima se zajedno fiksiraju komponenta, hladnjak i štampana pločica (ovi zavrtnji ni-



Slika 2.37. Najjednostavniji hladnjak



Slika 2.40a. Montiranje komponenata u kućištu TO-3 na savijeni hladnjak

su prikazani zbog preglednosti slika.) Na donjem crtežu, na hladnjaku je napravljen otvor u obliku pravougaonika kroz koji se provlače savijene nožice komponente. One se, dalje, provlače kroz rupice na štampanoj pločici i leme za bakarne stopice.

Hladnjak za snažne tranzistore i integrisana kola u kućištu TO-3 i slična, može da se napravi prema crtežu na slici 2.40a. Ako je hladnjak udaljen od štampane ploče,na njemu se, prema merama datim na slici 2.17b, izbuše četiri rupe prečnika 4 mm: dve kroz koje prolaze nožice baze i emitera i dve za zavrtnje kojima se tranzistor priteže uz hladnjak. Ispod matice jednog zavrtnja treba staviti mesinganu ušicu za koju će biti zalemljena žica kojom se kolektor tranzistora povezuje sa ostalim komponentama kola. Ta ušica je prikazana u donjem levom uglu slike. Ako nemate takvu, fabrički izrađenu ušicu, napravite je od komada kalajisane bakarne žice prečnika oko 1mm.

Hladnjak veće površine može da se izradi od više komada u obliku slova Π, naslaganih kao na slici 2.40b. Komadi se Prave od tanjeg aluminijuma, debljine oko 1 mm i sl.

Pri izradi svih hladnjaka, treba voditi računa da aluminijumski lim ostane potpuno ravan na mestu gde će biti montirana komponenta. Time se postiže da komponenta celom svojom površinom lepo naleže na hladnjak, pa je provođenje toplote od komponente na hladnjak dobro. Međutim, ma koliko se trudili, površina hladnjaka neće biti potpuno ravna. Da bi se sprečilo da na pojedinim mestima između hladnjaka i komponente bude vazduh (koji je dobar toplotni izolator), komponenta se, kao što je već napomenuto, namaže tankim slojem specijalne silikonske paste koja je dobar provodnik toplote.

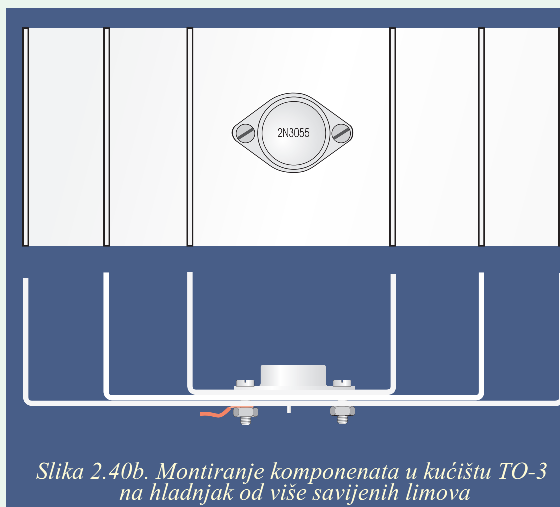
Hladnjak sa slike 2.40a je napravljen od komada aluminijumskog lima debljine 2 mm, u obliku pravougaonika dimenzija 14cmx5cm, tako da mu je površina nešto malo veća od 140 cm^2. To je dovoljno za mnoge, ali ne sve praktične primene. Ako se komponenta suviše greje, treba povećati dimenzije hladnjaka.

Sve elektronske komponente većih snaga, koje su predviđene za montiranje na hladnjake, su ili u metalnim kućištima (TO-3 i sl.) ili imaju sa svoje zadnje strane metalnu pločicu. Ova pločica se naslanja na hladnjak i preko nje se prenosi toplota iz unutrašnjosti kućišta. Pri montaži komponente na hladnjak treba imati u vidu da je metalno kućište, odnosno pominjana pločica, obično spojena sa nekom od nožica komponente, pa mora da se vodi računa da preko hladnjaka ne dođe do nekog neželjenog električnog spoja. Tako, na primer, kod tranzistora 2N3055 kolektor je spojen sa kućištem, pa ako je jednosmerni napon na kolektoru +15 V, toliki je i na hladnjaku. Zbog toga, hladnjak ne sme da dodiruje bilo koju tačku u kojoj je napon drugačiji. Ako se slučajno ostvari spoj između hladnjaka i mase, napravljen je kratak spoj i ako ne bude izuzetno brzo (odmah) prekinut, doći će do oštećenja ispravljača ili neke druge komponente.

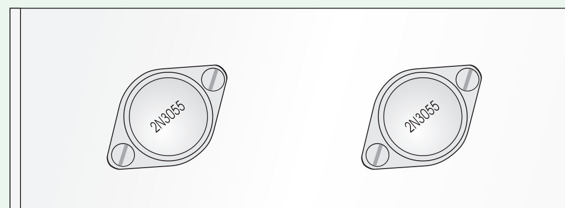
Ako je na istom hladnjaku više tranzistora (sl. 2.41), oni mogu da se montiraju na opisani način samo ako su im na električnoj šemi kolektori spojeni. Takav je, na primer, slučaj kada se više tranzistora vezuje u paralelu. U slučajevima kada su kolektori na različitim potencijalima, a to je češće u praksi, kućišta moraju da, u električnom pogledu, budu izolovana od hladnjaka. To se postiže pomoću podmetača od liskuna i specijalnih plastičnih podloški kojima se kućište izoluje od hladnjaka, kao što je prikazano na slici 2.42.

Kao poslednja dva primera hladnjaka iz domaće radinosti, na slici 2.43 su prikazani hladnjak za integrisana kola u plastičnom DIL pakovanju i hladnjak za metalne tranzisore srednje snage. Prvi se fiksira na kolo pomoću specijalnog lepka koji dobro provodi toplotu, ili pomoću dve male metalne štipaljke, jedna od njih je prikazana na slici. Ove štipaljke postoje u katalozima velikih robnih kuća , ali su to retko korišćene komponente pa se teže nabavljaju. Ali one su vrlo jednostavne, pa ih je lako napraviti od komada mesinganog lima.

U desnom delu slike 2.43 je amaterska varijanta mini hladnjka sa slike 2.30c. On se pravi od komada tankog savitljivog lima dimenzija 12 cmx 1cm koji se namota oko ravnog dela burgije prečnika 8 mm. Kada se skine sa burgije ovaj komad, gledan odozgo, je u obliku spirale. On se, prema slici 2.43, navuče na tranzistor.



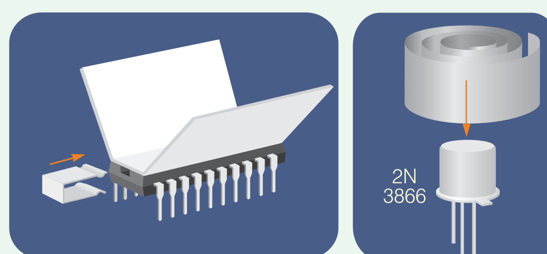
Slika 2.40b. Montiranje komponenata u kućištu TO-3 na hladnjak od više savijenih limova



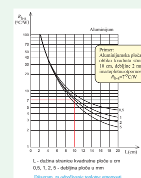
Slika 2.41. Hladnjak sa dva tranzistora



Slika 2.42. Izolacija tranzistora od kućišta



Slika 2.43. Amaterski hladnjaci



Zumirajte

6. PRIMERI PRAKTIČNE REALIZACIJE

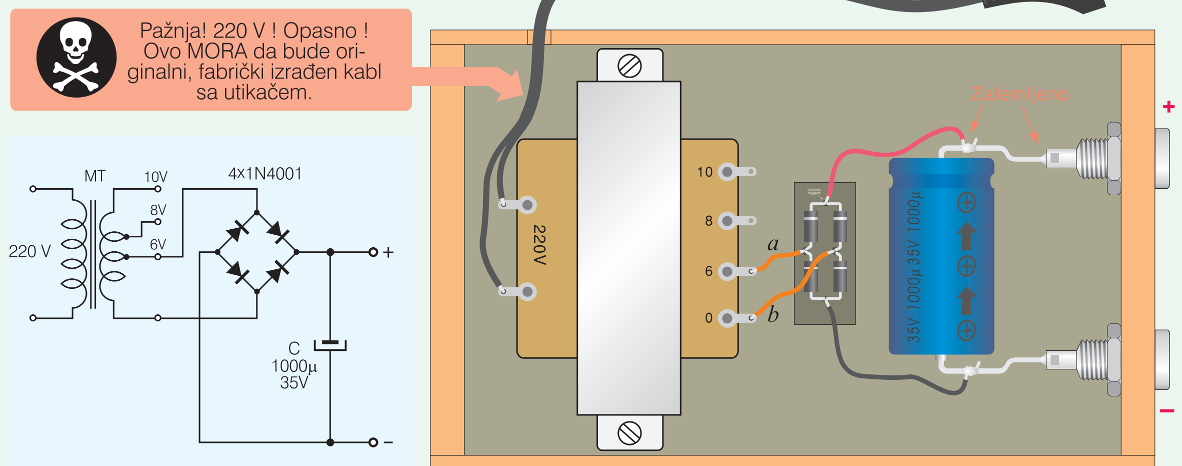
6.1. Veoma jednostavni uređaji

Za realizaciju veoma jednostavnih uređaja nije potrebno praviti štampanu ploču. Njih je, uz malo veštine, moguće realizovati tako što se kao lemne tačke (mesta u kojima se leme nožice komponenata) koriste nožice potenciometra, buksne za odvođenje ili dovođenje napona na uređaj, nožice snažnih tranzistora, priključci prekidača, neiskorišćene ušice mrežnog transformatora, itd. Ako pobrojane lemne tačke nisu dovoljne, moguće je dodati i neki zavrtanj, ili ekser, (kao na slici 2.17c) i sl.

Na slici 2.44a je električna šema vrlo jednostavnog ispravljača, koji se često koristi za napajanje prenosnih radio-prijemnika, kasetofona, MP3 plejera i sličnih uređaja male snage.

Jedna od mogućnosti njegove praktične realizacije prikazana je u desnom delu slike 2.44a. Izvodi elektrolitskog kondenzatora su skraćeni na potrebnu dužinu i zalemljeni za dve buksne, sa kojih se, pomoću dve obične tzv. banana utičnice, "uzima" jednosmerni napon za napajanje pomenutih uređaja. Diode su montirane na tankoj pločici od izolacionog materijala. To on radi radi u skladu sa narodnom izrekom "Koliko para - toliko muzike". Jednosmerni napon na izlazu ispravljača nije stabilan, smanjuje se pri povećavanju jednosmerne struje koju vuče potrošač priključen na njegov izlaz, što je posledica pada napona na otpornosti žice kojom je namotan sekundar transformatora. Zbog toga, ovaj ispravljač je pogodan samo za napajanje nekog određenog, poznatog potrošača, za koji je podešen.

Podešavanje se obavlja na način koji je ilustrovan



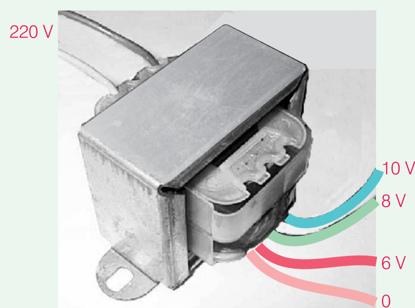
Slika 2.44a. Jednostavan ispravljač: levo - električna šema, desno - praktična realizacija

može da bude pločica od pertinaksa, ultraplasta, kartona, tanke šper ploče i slično. U njoj se izbuši četiri rupe prečnika 2 mm, kroz koje se provuku, skrate, podviju i među sobom zaleme nožice dioda. Kroz dve rupe u sredini, provuku se i blankirani i kalajisani krajevi dve izolovane žice (*a* i *b*), kojima se u te tačke dovodi napon sa sekundara transformatora i zaleme za već zalemljene nožice dioda. Na isti način, sa druge dve žice, spoje se gornja lemna tačka sa pozitivnom i donja lemna tačka sa negativnom nožicom kondenzatora.

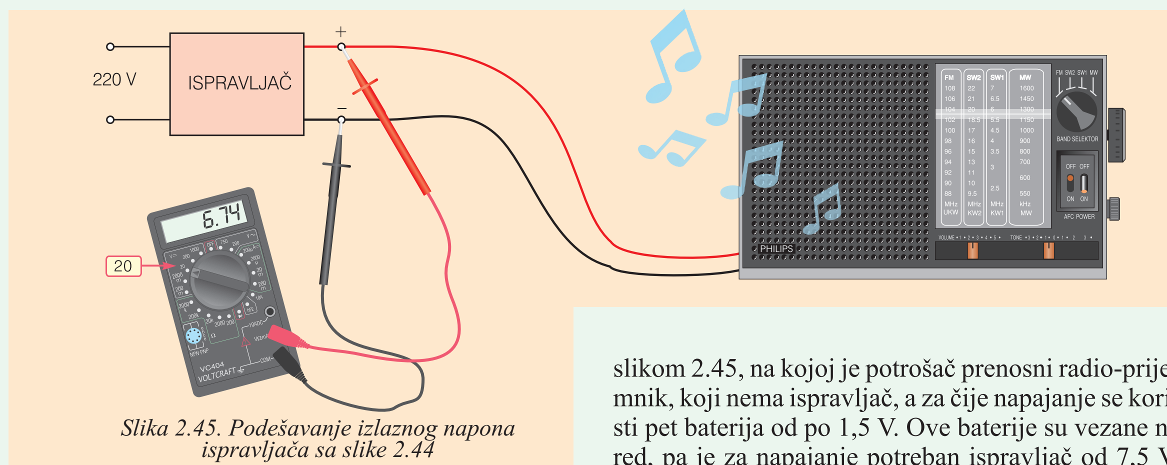
Mrežni transformator MT se fiksira pomoću dva mala zavrtnja za drvo koji se ušrafe u komad šper ploče zalepljen za dno kutije. Sekundar transformatora ima dva izvoda, tako da su na raspolaganju šest napona. Između kleme obeležene sa 0 i ostalih klema naponi su kao na slici: 6 V, 8 V i 10 V. Između klema 6 i 8 napon je 2 V, između 6 i 10 je 4 V i između 8 i 10 takođe 2 V. Veličina izlaznog jednosmernog napona se podešava na potrebnu vrednost tako što se provodnici *a* i *b* priključe na odgovarajući napon na sekundaru.

Mrežni transformatori malih snaga sa ušicama (kao na slici 2.44a) se danas više ne proizvode. U upotrebi su transformatori kao na slici 2.44b, kod kojih iz kalema izlazi više debljih žica. Dve od njih su krajevi primara a ostale sekundar.

Ispravljač sa slike 2.44 je toliko jednostavan da jednostavniji ne može da bude. Ali, to ima svoju cenu,



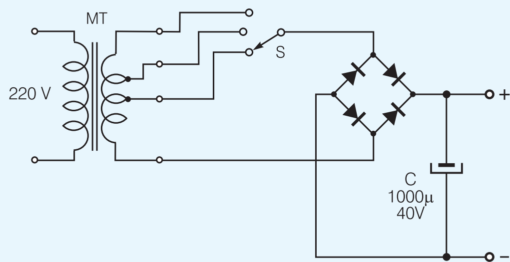
Slika 2.44b. Mali mrežni transformator (3W - 15W)



Slika 2.45. Podešavanje izlaznog napona ispravljača sa slike 2.44

slikom 2.45, na kojoj je potrošač prenosni radio-prijemnik, koji nema ispravljač, a za čije napajanje se koristi pet baterija od po 1,5 V. Ove baterije su vezane na red, pa je za napajanje potreban ispravljač od 7,5 V. Ispravljač se priključi na gradsku mrežu, a na njegov izlaz se priključi univerzalni digitalni instrument sa preklopnikom u položaju za merenje jednosmernih napona, na opsegu 20 V. Proveri se da jednosmerni napon nije mnogo veći od +7,5 V, pa, pomoću dve izolovane žice, priključi i radio. Radio se uključi i podesi potrebna jačina reprodukcije. Ako je sada jednosmerni napon koji pokazuje instrument nešto malo manji od 7,5 V, a radio svira kako treba, sve je u redu. Ako je jednosmerni napon znatno manji od 7,5 V, treba isključiti ispravljač iz mreže, pa, prema slici 2.44a, odlemiti leve krajeve žica obeleženih sa *a* i *b* i zalemiti ih na ušice između kojih je veći naizmenični napon. Posle toga, uključiti ispravljač u mrežu i ponoviti postupak.

Na slici 2.46 je prikazna električna šema vrlo slična šemi sa slike 2.44. Razlika je samo u tome što je



Slika 2.46. Podešavanje izlaznog napona preklopnikom

dodat i preklopnik obeležen sa S. To može da bude rotacioni preklopnik, kao na slici, ali je češće klizni.

Po ovoj šemi se prave jeftini ispravljači smešteni u male plastične kutije crne boje, iz kojih izlaze dve banane preko kojih se ispravljač utakne direktno u mrežnu utičnicu. Jednosmerni napon se podešava prebacivanjme preklopnika u odgovarajući položaj.

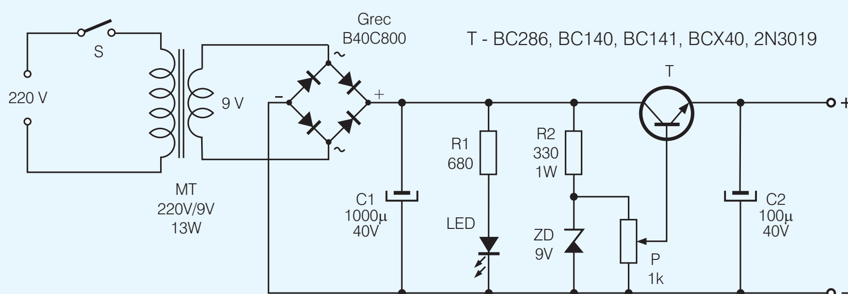
Ipak, samogradnja ovakvog ispravljača nije preporučljiva. Najskuplji delovi su mrežni transformator i kutija. Mnogo bolje rešenje je stabilisani ispravljač, za koji su potrebni svi delovi kao i za ovaj jednostavan ispravljač, a potrebno je još samo nekoliko relativno jeftinih komponenata.

O takvom jednom ispravljaču će biti reči u sledećm poglavlju, a mnogo više različitih ispravljača biće opisano u "Praktičnoj ELEKTRONICI 3" pod nazivom "ISPRAVLJAČI".

6.2. Jednostavan stabilisani ispravljač

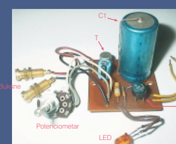
Električna šema stabilisanog ispravljača čiji napon može da se podesi na bilo koju vrednost u opsegu od nule do nešto manje od devet volti, prikazana je na slici 2.47. Crteži svih komponenata ovog uređaja, umanjenih za oko 20%, su na slici 2.48. To su, s leva u desno: mrežni transformator MT, LED dioda, prekidač S, kondenzator C1, grecov usmerač B40C800, kondenzator C2, tranzistor T (BC140), buksne, potenciometar P, otpornici R1 i R2, zener dioda ZD i štampana pločica. Nisu prikazanai samo kutija u koju se smešta ispravljač i gajtan (kabl) sa utikačem kojim se na primar transformatora dovodi mrežni napon.

Izgled štampane pločice, u razmeri 1:1, je na slici 2.49. Na slici 2.49a je pogled na pločicu sa strane štampe (sa strane na kojoj su bakarne linije), ili, kako se često kaže, sa strane lemljenja. Komponente su na suprotnoj strani, pa ne mogu da se vide. One su ipak nacrtane, isprekidanim linijama, da bi se oni koji reše da naprave ovaj ispravljač lakše snašli. Na slici 2.49b je slika štampane ploče, gledane sa strane komponenata. Zapazite, slika "*Strana komponenata*" se dobija tako što se slika "*Strana štampe*" okrene s leva u desno, (kao kad knjigu listate unazad), tako da sve što je bilo levo ode u desno, i obrnuto, što je bilo desno, ode u levo. Na ovoj slici se vide i štampane veze koje su sa suprotne strane, a vide se kad se umesto kašira-

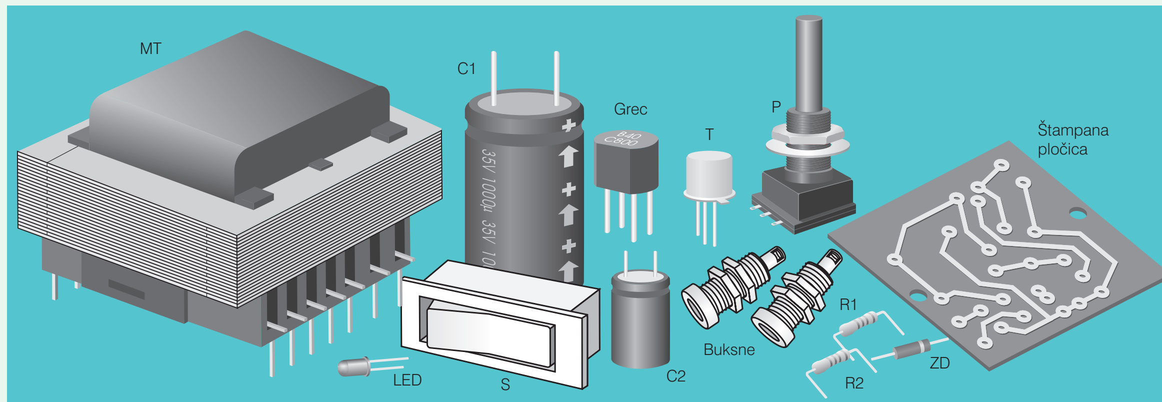


Slika 2.47. Stabilisani ispravljač sa promenljivim naponom

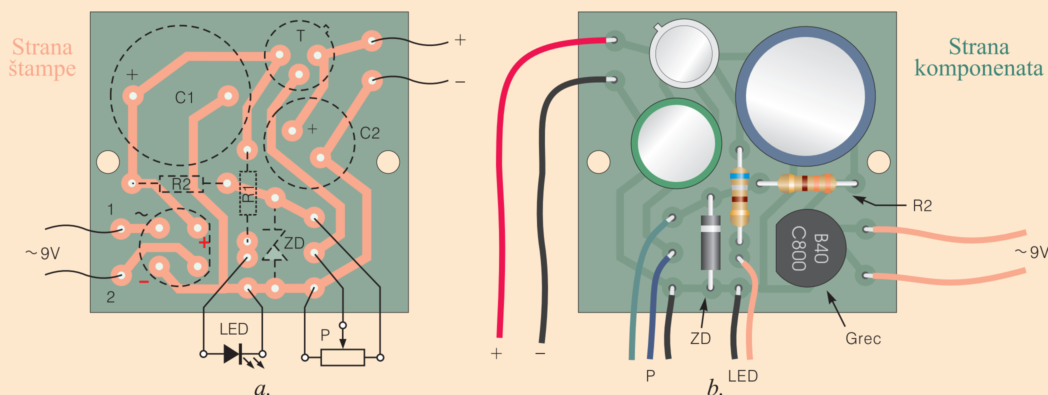
Zoom
na oko 300%



Ovo je ispravljač slike 2.47 realizovan na univerzalnoj štampanoj pločici sa slike 2.12a. Tu su sve komponente osim prekidača (S) i mrežnog transformatora (MT), koji su ostali u kutiji.



Slika 2.48. Komponente ispravljača sa slike 2.47



Slika 2.49. Štampana pločica ispravljača sa slike 2.47: a - pogled na stranu lemljenja, b - pogled na stranu komponenata

nog pertinaksa koristi kaširani vitroplast, koji je, kao što mu i ime kaže, poluprovidan.

Veze između štampane ploče i dve buksne, potenciometra, LED diode i sekundara transformatora su ostvarene komadima izolovane bakarne žice. Sa krajeva žica, u dužini od oko 5 mm, je skinuta izolacija i ti krajevi su kalajisani, provučeni kroz rupice na pločici i zalemljeni za njihove stopice. Drugi krajevi ovih žica (ogoljeni i kalajisani) su zalemljeni sa buksnama, potenciometrom, LED diodom i ušicama na sekundaru transformatora.

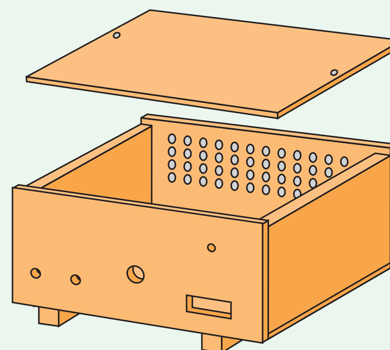
Kutija za ovaj uređaj je napravljena od šper ploče, prema crtežu na slici 2.50. Na prednjoj strani kutije su izbušene rupe za buksne, potenciometar i LED diodu. Na slici je i jedan pravougaoni otvor u koji se montira prekidač, sličan prekidačima koji se koriste na grejalicama, ventilatorima i sličnim električnim aparatima. Naravno, moguće je koristiti i bilo koji drugačiji prekidač za 220 V.

Konačni izgled ispravljača, smeštenog u kutiju, je na slici 2.51. Gore je pogled odozgo, a dole pogled na prednju stranu. Na dugmetu potenciometra je strelica koja pokazuje veličinu izlaznog jednosmernog napona. Ispisivanje veličina napona koje pokazuje strelica se vrši tako što se na izlaz priključi univerzalni instrument (kao na slici 2.45), okreće dugme potenciometra i podesi potreban napon, pa se ta veličina napiše na kutiji, u pravcu strelice. Ispisivanje može da se obavi "Letraset" slovima, a može i da se odštampa na štampaču, iseče na komadiće, i zalepi na kutiju. Najbolje je da se na štampaču odštampa sve što piše na prednjoj strani kutije, taj list zalepi na kutiju, a preko njega postavi komad pleksiglasa. Na pleksiglasu treba izbušiti iste rupe kao i na kutiji, a njegovo fiksiranje se ostvaruje pomoću buksni, potenciometra prekidača i dva zavrtnja u gornjim uglovima..

Ako se koristi metalna kutija, umesto običnih, treba koristiti specijalne buksne koje imaju i delove od plastike koji ih izoluju od ploče na koju se montiraju.

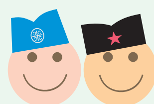
Mrežni transformator i štampana pločica su pričvršćeni za dno kutije. Zavrtnji za štampanu ploču su malo duži i na njih su navučene četiri kratke cevčice (tzv. distanceri) koji ploču drže na izvesnom rastojanju od dna kutije. Transformator je zalepljen za dno kutije.

Za priključivanje ispravljača na mrežni napon, koristi se originalan, fabrički izrađen kabl sa utikačem. Nikako nemojte da u tu svrhu koristite bilo kakve žice i drugačije utikače, pogotovo ako ispravljač koristi neko drugo lice, a ne onaj koji ga je napravio. Uvek imajte u vidu da mrežni napon od 220 V može da bude fatalan.

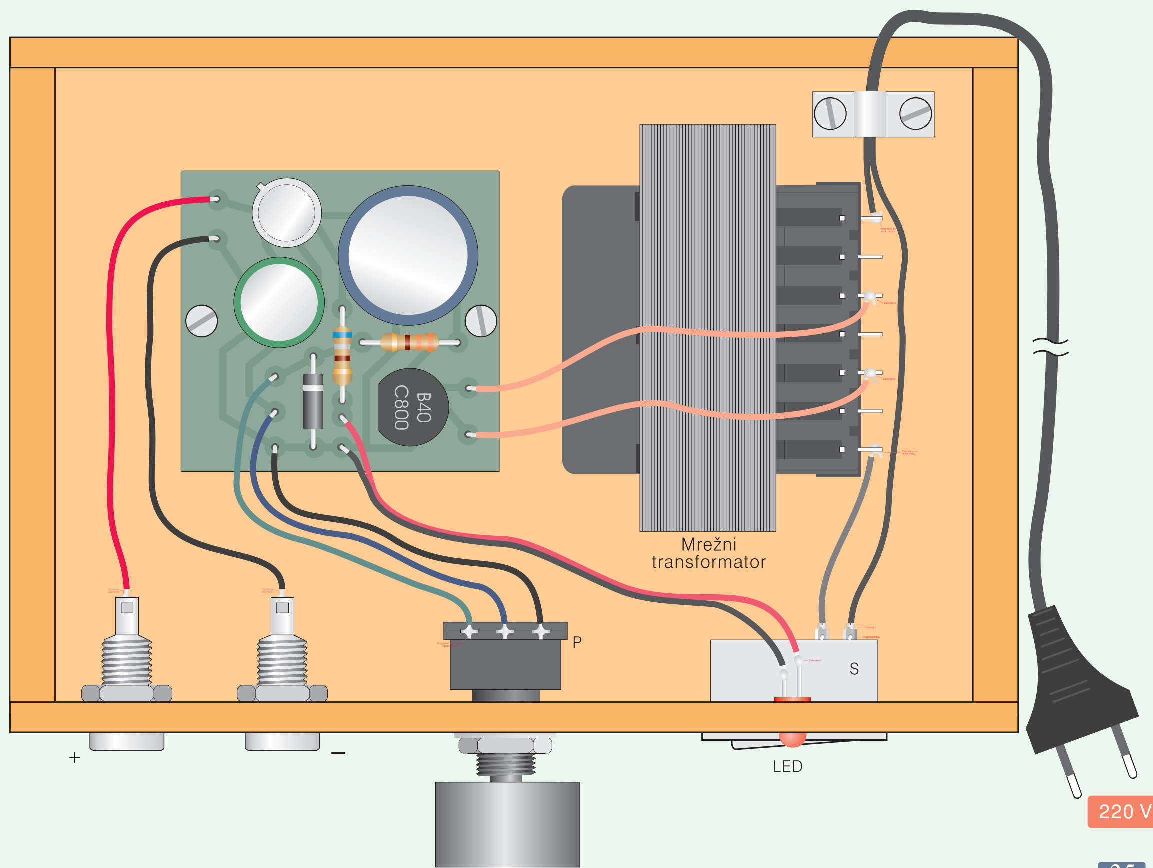


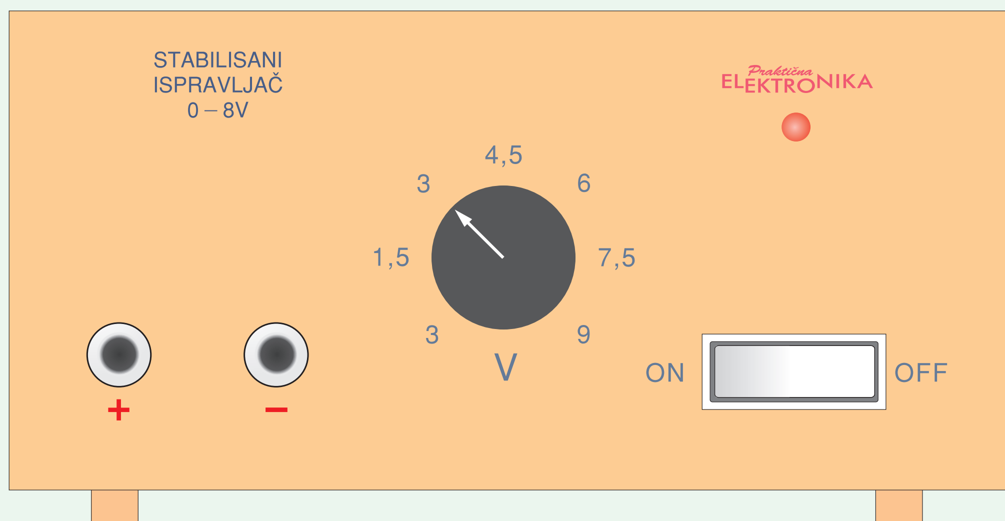
Slika 2.50. Kutija ispravljača sa slike 4.45

Zapazite kako je kabl, pomoću pločice od aluminijuma i dva zavrtnja, pritegnut uz dno kutije. Time se sprečava da se kabl prekine na mestima gde je zalemljen za transformator i prekidač, do čega bi moglo da dođe ako se kutija često pomera i premešta. Fiksiranje kabla može da se obavi i tako što je rupa kroz koju se on uvlači u kutiju vrlo tesna, a kabl se sa unutrašnje strane veže u čvor.



Uveličajte donje slike.
Ima tu nekih interesantnih stvarčica.





Slika 2.51. Praktična realizacija ispravljača sa slike 2.47

6.2.1. Mrežni transformator

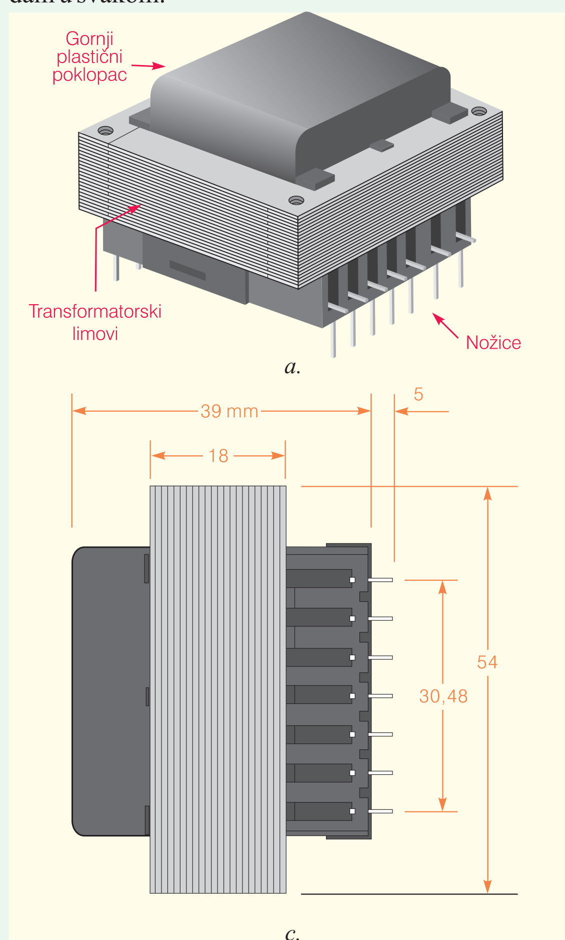
U stabilisanom ispravljaču na slici 2.51 iskorišćen je mrežni transformator predviđen za montažu na štampanu pločicu, koji je zalepljen za dno kutije. Ovaj transformator je prikazan na slici 2.52, u razmeri 1:1. Na slici 2.52a je njegov izgled. To je u stvari klasičan transformator u novom pakovanju. Kalemsko telo je izliveno od plastike, sa dodatkom na donjoj strani u kome su zatopljene nožice. Sa gornje i donje strane su dodati zaštitni poklopci. Nožice su u dva reda, po sedam u svakom.

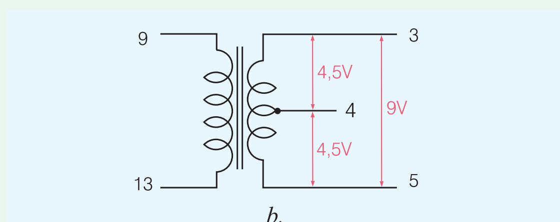
Krajevi primara su spojeni sa nožicama broj 13 i broj 9. Sekundar transformatora ima dva namotaja na čijim je krajevima napon 4,5 V. Početak jednog namotaja je spojen sa nožicom 3, a kraj drugog sa nožicom 5. Kraj prvog i početak drugog su povezani sa nožicom 4, tako da su namotaji vezani na red, pa je napon između nožica 3 i 5 jednak 9 V.

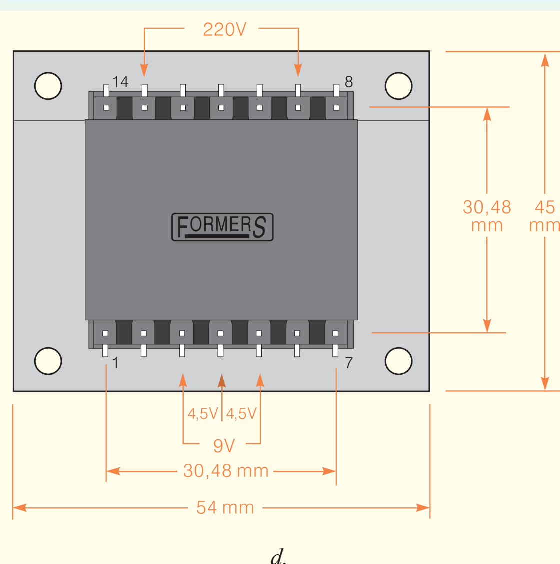
Snaga ovog transformatora je P=13 W, pa je maksimalna struja kroz sekundar

$$I=P/U=13/9=1{,}4\text{ A}.$$

* Pošto je ovaj transformator predviđen za montažu na štampanoj ploči, pravo rešenje bi bilo da se pločica sa slike 2.49 proširi, da se dodaju potrebne stopice i linije i na nju smesti i transformator.







Slika 2.52. Mrežni transformator za montažu na štampanu ploču: a - izgled, b - simbol, c - pogled sa strane, d - donja strana

6.3. Direktni radio-prijemnik

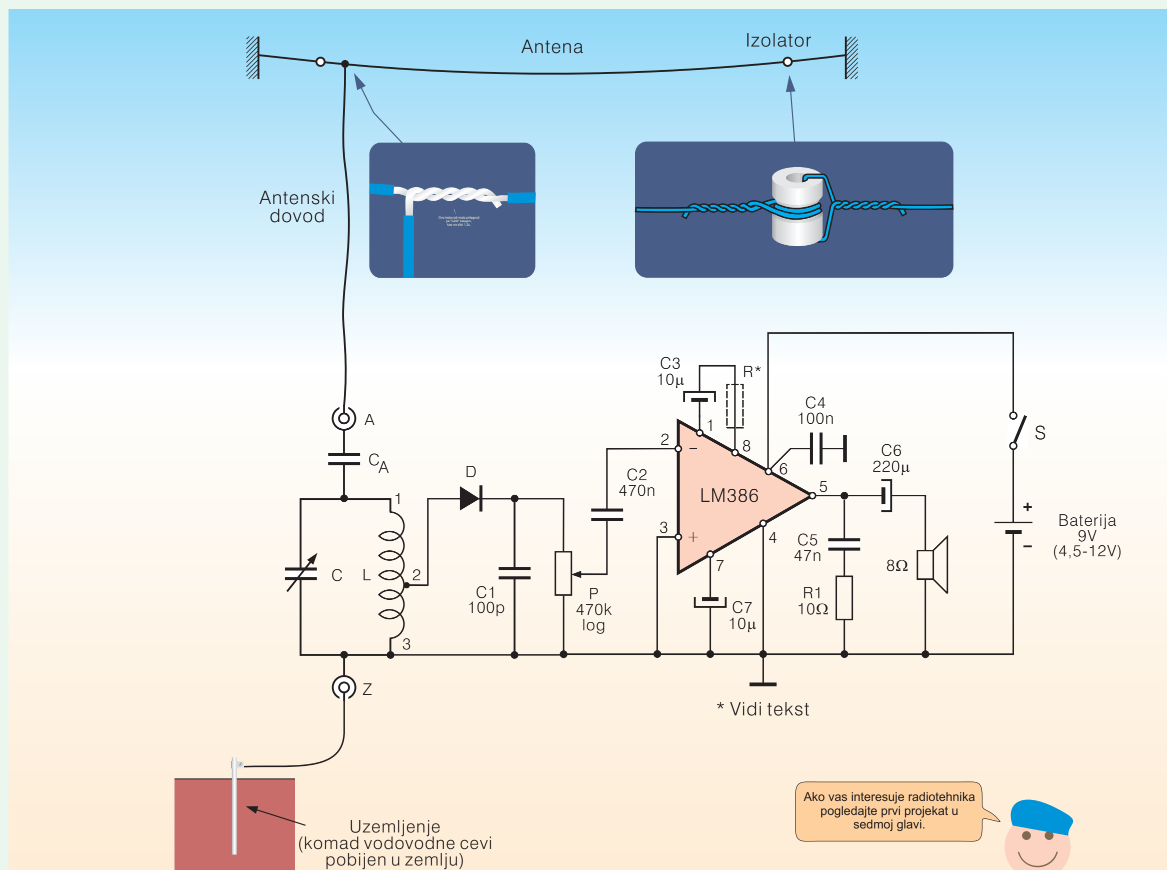
U ovom projektu, koji je preuzet iz "*Praktične* ELEKTRONIKE" broj 9, je opisan najjednostavniji AM radio-prijemnik za prijem stanica iz područja srednjih talasa, koji se sastoji od ulaznog kola, diodnog detektora i audio-pojačavača sa integrisanim kolom LM386, koji omogućuje glasnu reprodukciju preko zvučnika.

Autor ovih redova se sa kolom LM386 prvi put

sreo pre više od dvadeset godina i od tada ga vrlo uspešno koristio u mnogim uređajima. Činjenica da ovo kolo tako dugo opstaje na tržištu je očigledan dokaz njegovog kvaliteta ali, ipak, najznačajnija njegova prednost je izuzetno niska cena. Pri nabavci kola, treba imati u vidu da se ono proizvodi u nekoliko varijanti, sa oznakama LM386, LM386N-1, LM386N-3 LM386N-4, koje se razlikuju po veličini napona napajanja i izlaznoj snazi. U našem prijemniku, pod uslovom da napon napajanja nije veći od 12 V, može da se koristi bilo koje od tih kola.

Električna šema direktnog radio-prijemnika u 8 nije ništa priključeno, naponsko pojačanje pojačavača je A=20 i u tom slučaju kondenzator C7 može da se izostavi. Ako se između nožica 1 i 8 veže elektrolitski kondenzator kapacitivnosti 10μF (plus na nožicu broj 1), kao što je učinjeno na slici 2.53, pojačanje je A=200. Bilo koja vrednost pojačanja između 20 i 200 može da se ostvari dodavanjem otpornika na red sa kondenzatorom. Na slici 2.53 taj otpornik je prikazan isprekidanom linijom i obeležen zvezdicom.

Štampana pločica i način na koji su povezane komponente prijemnika sa slike 2.53 prikazani su na slici 2.54.

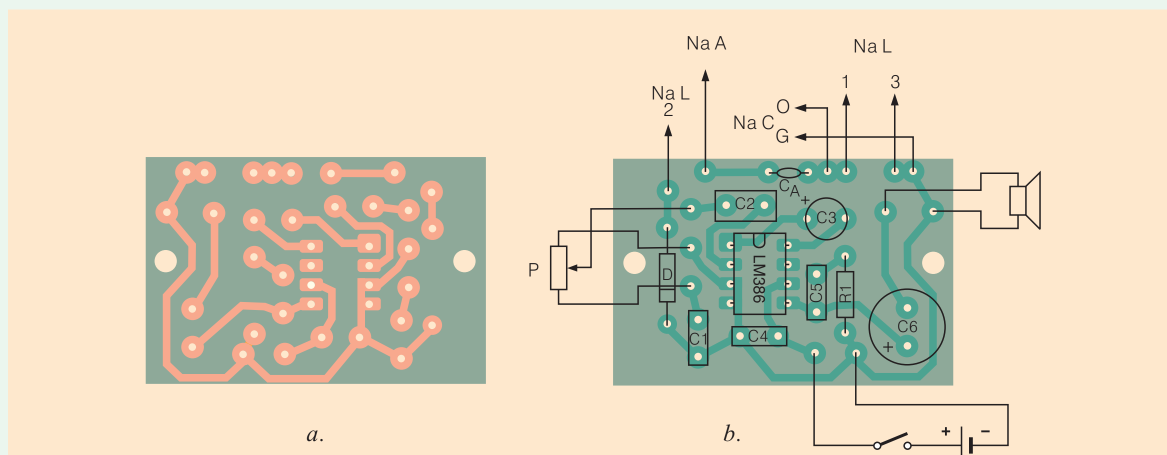


Slika 2.53. Električna šema detektorskog radio-prijemnika sa audio pojačavačem sa kolom LM386

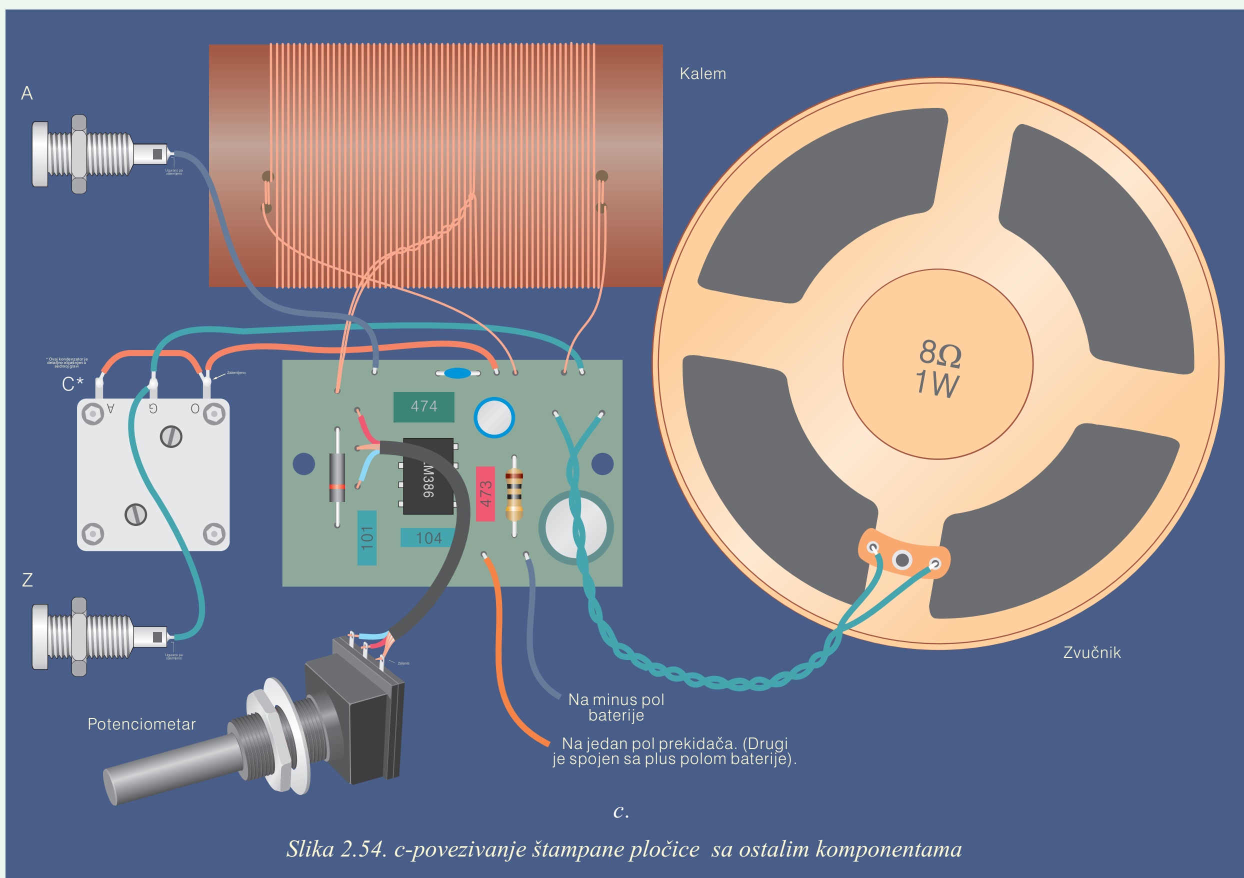
čijem NF delu je iskorišćeno kolo LM386 data je na slici 2.53. Opterećenje detektora je logaritamski potenciometar otpornosti 470 kΩ, sa čijeg se klizača deo NF napona, preko sprežnog kondenzatora C2, vodi na invertujući ulaz (nožica 2) kola LM386. Drugi, neinvertujući ulaz (nožica 3) je spojen sa masom. Izlaz je na nožici 5. Između nje i mase je, preko kondenzatora C6, vezano opterećenje odnosno zvučnik impedanse 8 Ω. (Sa manjim naponima baterije za napajanje može da se koristi i zvučnik od 4 Ω). Kada između nožica 1 i

Na slici 2.54a je izgled štampane pločice posmatrane sa strane na kojoj se nalaze bakarne stopice i linije koje ih povezuju. To je tzv. strana bakra ili strana lemljenja. Na slici 2.54b je štampana pločica posmatrana sa suprotne strane, sa strane na kojoj se nalaze komponente. To je strana komponenata. Pločica je napravljena od vitroplasta, tako da se vide stopice i linije, mada su one na suprotnoj strani.

Stvarni izgled pločice i svih komponenata je prikazan na slici 2.54c, koja je na sledećoj strani.



Slika 2.54. Praktična realizacija radio-prijemnika sa slike 2.53: a-štampana pločica gledana sa strane lemljenja, b-raspored komponenata na štampanoj pločici



Slika 2.54. c-povezivanje štampane pločice sa ostalim komponentama

Treba izbegavati minijaturne zvučnike iz džepnih radio-prijemnika jer oni imaju lošu efikasnost i loš kvalitet reprodukcije, naročito u oblasti niskih učestanosti. Na slici 2.54 upotrebljen je zvučnik snage 1W, čija membrana ima prečnik od 7 cm. To nije loše rešenje, ali je još bolje ako se koristi zvučnik veće snage i većeg prečnika. (Pri ispitivanju prototipa korišćen je i zvučnik snage 3 W, otpornosti 4 Ω i bilo je znatno bolje nego sa zvučnikom na slici). Kao što se vidi na slici, provodnici kojima je zvučnik povezan sa pločicom su čvrsto uvrnuti jedan oko drugog, što je obavezno ako su te žice duže od desetak centimetara. Isto tako treba čvrsto uvrnuti i provodnike koji pločicu spajaju sa baterijom i prekidačem.

6.4. FM predajnik

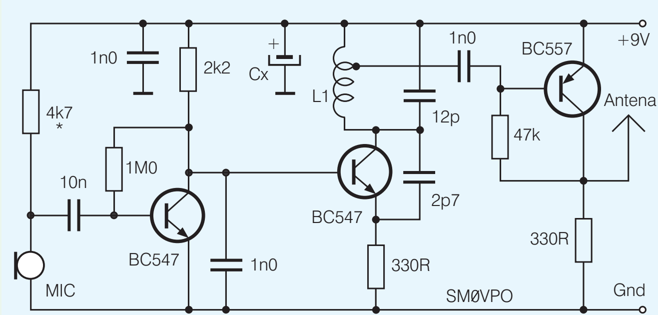
Ovaj projekat je skinut sa INTERNET-a. To je opis praktične realizacije FM predajnika od poznatog radio amatera iz Švedske koji se zove Hari Lithol, čiji je pozivni znak SM0VPO. (Amater je reč koja je u naš jezik došla iz latinskog, preko francuskog, i označava čoveka koji nešto, u ovom slučaju to je radiotehnika, mnogo voli. Ne treba zaboraviti da su mnogi amateri, baveći se onim što vole, a ne onim za šta su se školovali, ili onim od čega su živeli, po nekad zanemarujući i prvo i drugo, postigli veoma značajne rezultate u svim oblastima ljudskog delovanja, pa i u radiotehnici.)

Ovde se radi o minijaturnom FM predajniku koji može da se koristi kao bežični mikrofon, kao i za bežično priključenje električnih instrumenata na pojačavače, bežično priključenje slušalica na radio i video uređaje, za osluškivanje šta se događa u sobi u kojoj su mala deca, ili u garaži, za slušanje muzike sa CD-a, kompjutera i sl. u drugoj sobi ili u dvorištu itd. Ovaj projekat, sa još mnogo drugih projekata AM i FM predajnika objavljen je u "*Praktičnoj* ELEKTRONICI" 10.

Za prijem se koristi kućni radio-prijemnik sa preklopnikom za biranje vrste rada u položaju FM (ili UKT).

HIGH POWER FM MIC
by Harry Lythall - SM0VPO

Moj FM bežični mikrofon je bio veoma popularan i među početnicima i među iskusnim konstruktorima. Korišćen je u gitarama kao i osnova sistema za daljinsku kontrolu. Ali, ja primam mnoge zahteve za kolo koje bi bilo snažnije i imalo veću mikrofonsku osetljivost. Sada mogu da predstavim novi FM bežični mikrofon (v5), koji ima bolju stabilnost učestanosti, domet od 1 km (pod idealnim uslovima) i dobru osetljivost mikrofona. To je ostvareno dodavanjem RF (VF) pojačavača (koji služi i kao bafer - razdvojni stepen) i jednog audio (NF) predpojačavača, kojim se malo izdiže modulacija.



Slika 2.55. FM Microphone

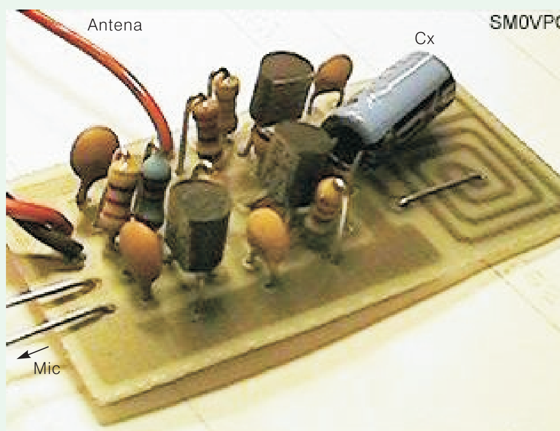
Konstrukcija (slika 2.55) je sasvim jednostavna. L1 ima 3,25 zavojaka u obliku spirale i on je integralni deo štampanog kola (PCB). Dva tranzistora BC547 mogu da budu zamenjena maltene bilo kojim NPN tranzistorom male snage, kao što je 2N2222. U zadnjem stepenu se koristi BC557, ali i to može da

bude bilo koji PNP tranzistor opšte namene. Ako koristite drugačije tranzistore, moraćete da umesto otpornika 1M0 koristite otpornik drugačije otpornosti, tako da na kolektoru prvog tranzistora bude jednosmerni napon od +5 V. To isto važi i za otpornik 47k. Njegovu otpornost treba promeniti tako da na kolektoru trećeg tranzistora bude pozitivan napon od 3V do 4 V.

Evo (sl. 2.56) i rasporeda komponenata V5 (verzije pet). Zapazite jednu modifikaciju: za dekuplovanje (odvajanje za VF struju) napajanja korišćen je kondenzator 1n0, ali posle promene nabavljača komponenata (proizvođač ?) pojavila se izvesna VF nestabilnost kada bi pojačanje pojačavača snage (trećeg stepena) postalo malo veće od normalnog. Zamenom 1n0 elektrolitskim kondenzatorom kapacitivnosti 22 μF problem je u potpunosti rešen. Bilo koji "radijalni" (obe nožice na istom kraju) elektrolitski kondenzator kapacitivnosti veće od 0,47 μF je lek za problem. Kompletan uređaj vuče jednosmernu struju od oko 30 mA koja mora da se menja kad dodirnete oscilatorno kolo, što je dobra provera da li jedinica osciluje. Otpornik 4k7 treba ukloniti ako se koristi dinamički mikrofon.

PCB (štampana pločica) je dimenzija 50mm x 25mm i malo je veća od prve verzije, ali sad su na njoj tri stepena umesto jednog. Prvi prototip, sa baterijom pored njega, je prikazan na slici 2.57-levo. (Desno je sa dodatim Cx.) Izlazna snaga je oko +10dBm što je oko 10 dB više nego kod prvog FM bežičnog mikrofona. Pomnoženo sa 3,12, ovo bi teorijski trebalo da ima domet od 1,6 km, ali sam ja izvršio testiranje pomoću prenosnog radio-prijemnika, a TX (predajnik) je bio na klupi u unutrašnjosti kuće. Dobio sam komfornih 700 metara (dobio sam i nekoliko smešnih pogleda od naših komšija).





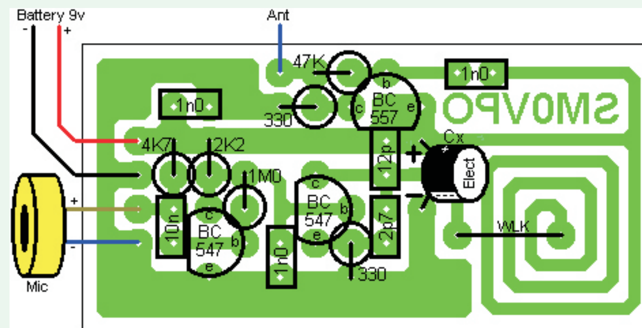
Slika 2.57. Fotografije FM mikrofona sa slike 2.55

Na slici 2.58 možete da vidite kako je, radi smanjivanja učestanosti predajnika, paralelno kondenzatoru od 12 pF dodat tzv. "štos" kondenzator. On je napravljen od dva komada izolovane žice dužine oko 2 cm, koji su međusobno uvrnuti. Ovo će smanjiti učestanost na donji kraj opsega (oko 90 MHz). Kratite (sečicama) kondenzator da biste povećali učestanost na željenu vrednost. Ako je skratite nekoliko kHz suviše visoko, uvrnite žice malo čvršće.

Crtež PCB-a sa rasporedom komponenata biće smešten u *download* delu moga sajta. Zabavite se i molim vas znajte da veća snaga ovog projekta može da bude ILEGALNA u vašoj zemlji. Ja ne mogu da prihvatim odgovornost, a na vama je da proverite da li je ovaj uređaj legalan u vašoj zemlji i ne prihvatam NIKAKVE žalbe iz bilo koje zemlje/države.

Najlepše želje od Harija Lithola

* Električna šema bežičnog mikrofona koji G. Lithol pominje u prvoj rečenici članka je prikazana na slici 2.59, na sledećoj strani.To je originalan crtež, skinut sa INTERNET-a.



Slika 2.56. FM Microphone

Kalem ima ukupno 7 zavojaka neizolovane kalajisane bakarne žice, namotane preko burgije prečnika 4 mm. Antena je komad izolovane žice čiji je jedan kraj zalemljen za kraj prvog zavojka.

Domet je najmanje 75 m, a može da se smanji povećanjem otpornosti otpornika označenog sa "220". (Ovo se radi, kako kaže G. Lithol, "u slučaju da malom Džoniju padne na pamet da predajnik sakrije u sobi gde mu roditelji spavaju".)

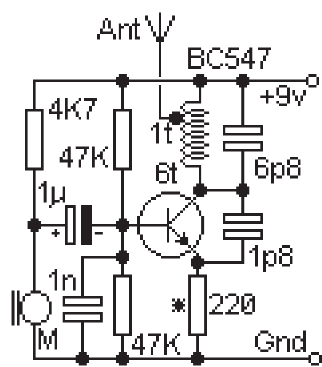
* Štampana pločica predajnika na slici 2.56 je uveličana, da bi bila razumljivija i da bi se lakše čitala slova. Crtež pločice u razmeri 1:1, prikazana je na slici 2.60. Gore je pogled sa strane štampe, a dole sa strane komponenata. Oznake komponenata su date na originalnoj slici (sl.2.56).



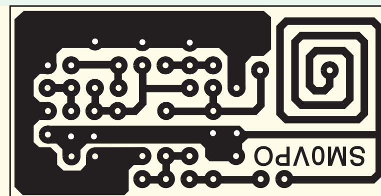
Slika 2.58. Gimmick (štos) trimer kondenzator

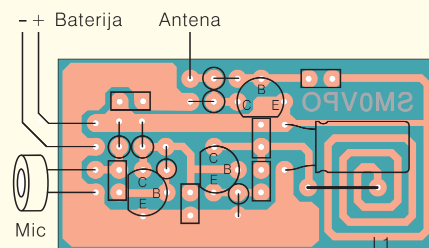
Veliki broj električnih šema raznih radio-predajnika i detaljna uputstva o njihovoj oraktičnoj realizaciji možete da nađete u "*Praktičnoj* ELEKTRONICI" posvećenoj radio-predajnicima





Slika 2.59. FM Wireless Microphone





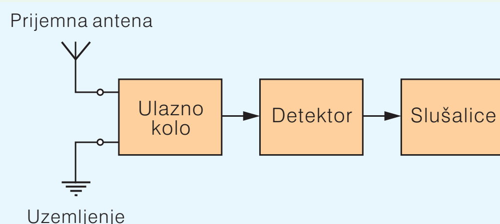
Slika 2.60. Štampana ploča kola sa slike 2.55

7. DODACI

U ovoj glavi je dato još pet primera praktične realizacije elektronskih uređaja . To su najjednostavniji radio -prijemnik, najjednostavniji radio-predajnik, najjednostavniji audio-pojačavač, najjednostavni KT radio-prijemnik i najjednostavniji alarmni uređaj.

7.1. Najjednostavniji radio-prijemnik

Svaki radio-prijemnik mora da ima prijemnu antenu. To je električni provodnik u kome se pod dejstvom elektromagnetnih polja raznih radio-predajnika, indukuju naponi različitih učestanosti i amplituda. Pored njih, u anteni postoje i naponi koji se indukuju pod dejstvom elektromagnetnih polja koje stvaraju različiti izvori smetnji kao što su elektro-motori, razni kućni aparati, svećice automobilskih motora, kao i svi drugi električni uređaji u kojima tokom rada dolazi do uspostavljanja i prekidanja električne struje, kao i naponi koji se stvaraju pod dejstvom elektromagnetnih polja koja stižu iz svemira i elektromagnetnih polja koja se stvaraju u Zemljinoj atmosferi. Osnovne uloge radio-prijemnika su da:



Slika 7.1.Blok-šema detektorskog prijemnika

a. iz mnoštva napona u anteni izdvoji signal (napon) radio stanice na koju je podešen, a sve ostale signale potisne (oslabi) u što većoj meri,

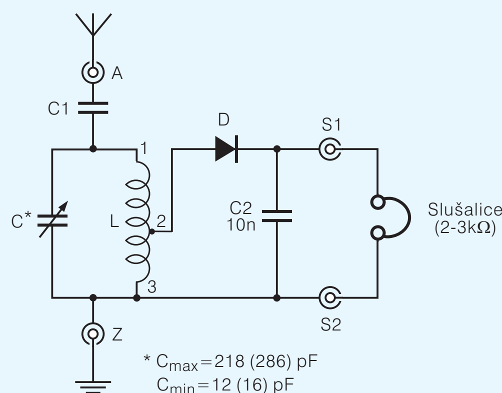
b. pojača taj izdvojeni signal i iz njega izdvoji informaciju i

c. reprodukuje informaciju, tj. vrati je u njen originalni oblik.

Sve navedene poslove mora da obavi i najjednostavniji radio-prijemnik o kome je ovde reč. Njegova blok- šema je prikazana na slici 7.1. To je čuveni detektorski prijemnik ili, skraćeno, *detektor*.

U prvom stepenu, u ulaznom kolu, obavlja se selekcija (izdvajanje) i naponsko pojačanje signala stanice na koju je prijemnik podešen. Izdvajanje informacije (muzike, govora itd.) iz signala stanice obavlja se u detektoru, a reprodukcija (vraćanje informacije u njen orifinalni oblik) u slušalicama.

Električna šema, koja je realizovana prema blok šemi sa slike 7.1, prikazana je na slici 7.2. To je veoma jednostavna šema koja je masovno korišćena u prvim danima radiotehnike početkom dvadesetog veka. Pored jednostavnosti, veliko preimućstvo ovog prijemnika je i u činjenici da za njegov rad nije potreban nikakav dodatni izvor električne energije. Potrebnu energiju on dobija iz antene pa je za dobar rad neophodna dovoljno dugačka, bar desetak metara, spoljna antena. Korisno je imati i dobro uzemljenje. Bez njega se može ali je sa njim prijem ipak bolji, naročito kad su u pitanju udaljeni predajnici i predajnici manjih snaga.



Slika 7.2. Električna šema detektorskog prijemnika

O anteni i uzemljenju biće više reči u tekstu koji sledi.

7.1.1. Antena

Dovoljno dugačka spoljna antena, u kojoj će radio-predajnici indukovati dovoljno velike napone, je izuzetno značajna za dobar rad jednostavnih radio-prijemnika. Na prvi pogled čini se da može da se korisit i neka sasvim skromna antena u obliku komada žice, a da se u prijemnik ubaci pojačavač koji će da pojača signale stanica, tako da oni budu veliki kao u slučaju znatno bolje antene. Nije tako, jer svaki pojačavač stvara šum koji pogoršava, a u slučaju vrlo slabih signala, i onemogućava prijem. Otuda i potiče ra-

dio-amaterska izreka "antena je najbolji VF pojačavač". Spoljna antena se pravi od bakarne žice, dovoljno debele da se ne prekine pri jakom vetru. U mehaničkom smislu, najbolje je koristiti tzv. licnastu žicu tj. žicu koja je napravljena upredanjem većeg broja tankih bakarnih žica. Ako je žica izolovana, izolaciju ne treba skidati jer ona ne predstavlja prepreku za elektromagnetne talase.

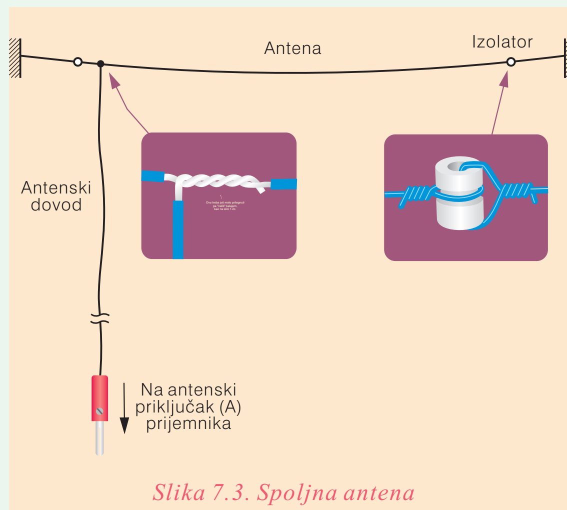
Dužina antene se određuje u skladu sa zakonom ŠD-TB (Što Duža - To Bolja). Antena koju smo mi koristili pri testiranju prijemnika bila je dugačka šest metara (toliko je dugačka laboratorija za radio-prijemnike u ETŠ "Nikola Tesla", u kojoj je ta antena razapeta), ali, ako imate mogućnosti, bolje je da antena bude još duža. (Autor ovih redova ima prijatelja čija je antena dugačka oko 30 metara).

Antenu treba što je moguće više udaljiti od izvora električnih smetnji (od žica gradske električne mreže, raznih električnih uređaja u domaćinstvu, automobila, elektromotora itd.). U tom smislu, najbolje mesto je krov zgrade.

Žicu (slika 7.3) treba razapeti između dva dimnjaka, između dimnjaka i nekog stuba, između dva za tu svrhu montirana stuba, između dve zgrade, zgrade i nekog stuba u dvorištu itd. U svim slučajevima imajte u vidu da, ma koliko da je jaka, žica može da se prekine pri velikom nevremenu, i da pri tome NIKAKO ne sme da padne na vodove električne mreže, telefonske vodove i sl. ili da prouzrokuje neku drugu štetu. Ako krov zgrade nije od lima, tavan je takođe dobro mesto za antenu. Antenu možete da razapnete između krajeva dve jače letve zakucane za ragastove dva udaljena prozora svoga stana. U krajnjem slučaju, ako vam ni jedan od navedenih predloga ne odgovara, antenu možete da montirate između dva suprotna zida u svojoj sobi (tako je u "Tesli").

Antena mora da bude u električnom pogledu izolovana od nosača za koje je pričvršćena. U amaterskim uslovima izolatori se prave od komada plastične cevi sa debljim zidom u koji se, prema slici 7.3, okruglom turpijom ureže kanal, da žica ne bi skliznula.

Antenski dovod je komad žice kojim se signali (naponi) prenose od antene do prijemnika. Ova žica



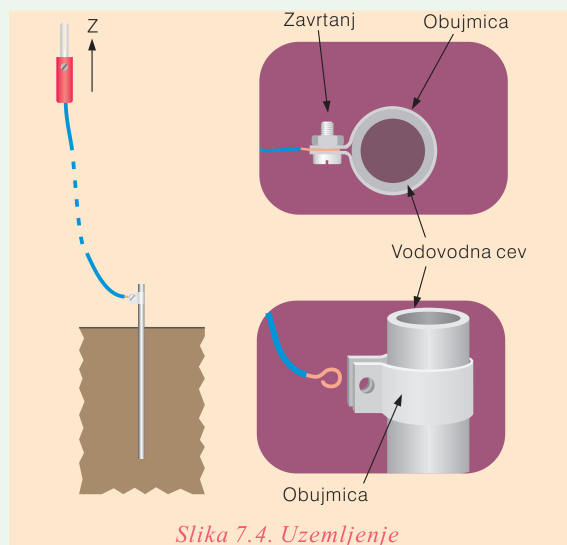
Slika 7.3. Spoljna antena

treba da bude izolovana i postavljena tako da ne dodiruje zid zgrade, da je što dalje od metalnih delova kao što su oluci, uzemljenje zgrade, električni vodovi i sl.

Spoljna antena može da pretstavlja opasnost za vreme nepogoda sa grmljavinom, što je naročito izraženo ako je montirana na krovu neke usamljene kuće u čijoj blizini se ne nalazi neka druga viša zgrada sa gromobranom. U takvim slučajevima najsigurnija mera predostrožnosti je da se antena otkači od prijemnika i čvrsto spoji sa uzemljenjem.

7.1.2. Uzemljenje

Uzemljenje radio-prijemnika se, kao i sve druge vrste uzemljenja, ostvaruje tako što se masa prijemnika (tačka Z na slici 7.2), pomoću bakarne žice, spoji sa zemljom. Bez uzemljenja se može ali je sa njim prijem ipak bolji, naročito kad se radi o sasvim jednostavnim uređajima, kakav je i onaj sa slike 7.2. Odlično uzemljenje je vodovodna instalacija (ne i instalacija centralnog grejanja) ali je ona najčešće neprikladna za korišćenje. (Nema te domaćice koja bi pristala da joj se kroz stan, od kupatila do neke sobe, vuče nekakva žičurina). Odlično uzemljenje je i uzemljenje koje postoji u šuko utikačima električne mreže, ali njega nikako NE treba koristiti jer postoji opasnost od strujnog udara koji može da bude smrtonosan. Ako živite u prizemlju, a ispod vašeg prozora je gola zemlja, tada odlično uzemljenje možete sami da napravite tako što ćete, prema slici 7.4, u zemlju da pobijete komad vodovodne cevi dužine oko 80 cm, na čiji gornji kraj ćete, pomoću obujmice i zavrtnja sa maticom, da pričvrstite kraj žice preko koje se prijemnik povezuje sa uzemljenjem. Detalji u vezi sa ovim su prikazani na slici 7.4.



Slika 7.4. Uzemljenje

7.1.3. Komponente

a. Na slici 7.2, slovima A, Z, S1 i S2 su obeležene buksne (utičnice) preko kojih se na prijemnik priključuju antena (A), uzemljenje (Z) i slušalice (S1 i S2). Pošto se kutija u koju se smešta detektor pravi od izolacionog materijala (šper-ploča, plastika i sl.), koriste se najjednostavnije metalne buksne, mada se u radnjama lakše nalaze buksne sa plastičnim dodacima koji omogućuju montažu i na metalne kutije. Ove buksne takođe mogu da se koriste, ali su one znatno skuplje.

b. Kondenzator C1 je sprežni kondenzator preko koga se signali stanica iz antene dovode u oscilatorno kolo. Veličina njegove kapacitivnosti zavisi od dužine antene, a nalazi se u granicama od nekoliko pikofarada (antena dužine veće od deset metara) do nekoliko desetina pikofarada (antena dužine nekoliko metara). Optimalna vrednost kapacitivnosti ovog kondenzatora najlakše se nalazi eksperimentom.

Svaka prijemna antena se ponaša kao generator napona koji ima svoju unutrašnju otpornost i kapacitivnost. Otpornost antene prigušuje oscilatorno kolo i smanjuje njegovu selektivnost (što se manifestuje kao "mešanje" stanica) i osetljivost (što se manifestuje kao smanjenje jačine signala), a kapacitivnost antene smanjuje širinu prijemnog područja. Tačnije rečeno, kapacitivnost antene smanjuje gornju graničnu učestanost prijemnog područja tako da nije moguć prijem stanica koje se nalaze blizu ove učestanosti. Obe ove pojave su štetne i dolaze do izražaja utoliko manje ukoliko je kapacitivnost C1 manja. Sa druge strane, ukoliko je kapacitivnost kondenzatora C1 manja, manji je i signal koji preko njega stiže iz antene, pa je prijem slabiji. Kao što se vidi, mora da se ide na kompromisno rešenje, tj. mora da se pronađe kapacitivnost pri kojoj signali iz antene neće biti mnogo oslabljeni i da, istovremeno, selektivnost i širina prijemnog područja ne budu suviše smanjeni.

Za početak stavite kao C1 kondenzator kapacitivnosti oko 30 pF. Podesite se, pomoću C, na neke od stanica koje možete da primite. Ako su među njima sve stanice koje vas interesuju, a najjača od njih ne ometa prijem ostalih - sve je u redu. Probajte sa kondenzatorom C1 veće kapacitivnosti. Prijem će postajati glasniji, povećavajte C1 sve dok je, menjanjem C, moguć prijem stanica koje vas interesuju i koje mogu da se prime u vašem mestu, a da se pri tome neka jaka ili lokalna stanica ne meša pri prijemu drugih stanica. Ali, ako prijem neke stanice koja je blizu nije moguć, treba probati sa manjim C1. Na opisani način treba pronaći najveću kapacitivnost kondenzatora C1, pri kojoj se ostvaruje optimalan prijem i u pogledu selektivnosti i u pogledu širine prijemnog područja. Najjednostavnije je da se kao C1 koristi trimer kondenzator kapacitivnosti od nekoliko pikofarada do nekoliko desetina pikofarada i da se promenom njegove kapacitivnosti ostvari optimalan prijem. Pri tome, kad god se kapacitivnost trimera postavi na novu vrednost treba, pomoću C, ponovo podesiti prijemnik na stanicu.

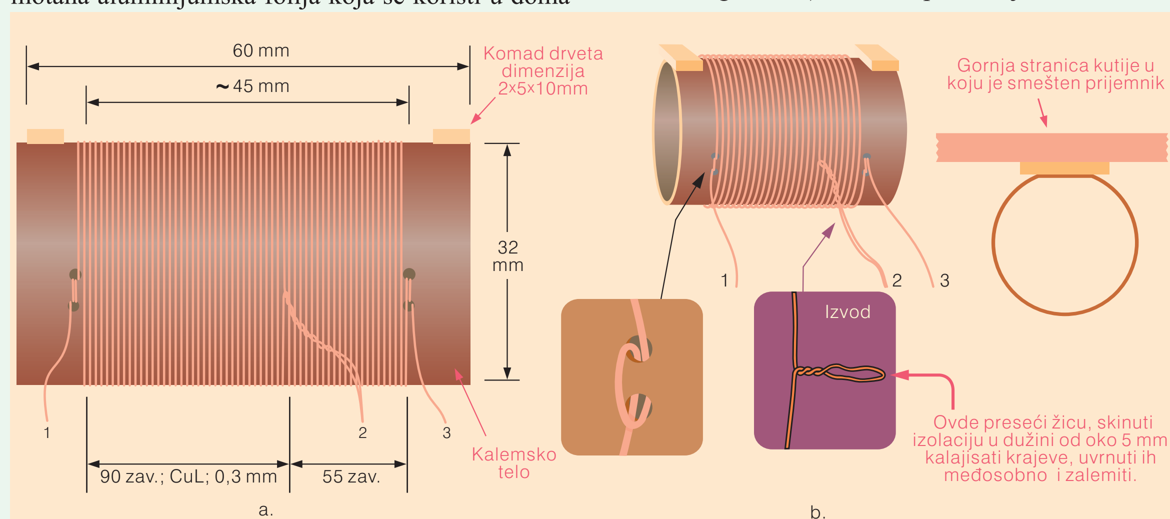
c. Kalem je jedna od komponenata koje ne mogu da se kupe u prodavnicama, pa mora da se napravi. Kalemsko telo tj. telo na kome se mota kalem, je u obliku valjka od nekog izolacionog materijala. Mi smo u tu svrhu iskoristili kartonski kalem na kome je bila namotana aluminijumska folija koja se koristi u domaćinstvima za uvijanje hrane koja se stavlja u zamrzivač, čiji je prečnik 3,2 cm. Na ovo kalemsko telo je, bakarnom žicom izolovanom lakom, (oznaka takve žice je CuL), prečnika 0,3 mm, namotano ukupno 144 zavojaka sa izvodom na pedesetom zavojku od kraja kalema koji se spaja sa masom.

Izgled ovog kalema je na slici 7.5. Kao što se vidi, u kalemskom telu su, pomoću šila, izbušene dve rupice kroz koje se dva puta provuče početak žice, Namota se 90 zavojaka, napravi izvod, namota se još 55 zavojaka i kraj žice dva puta provuče kroz druge dve rupice. Izvod se pravi tako što se žica uvrne više puta. Zatim se žica preseče i sa njenih krajeva skine izolacija u dužini oko 5 mm, ovi krajevi se kalajišu, uvrnu jedan oko drugog i zaleme. (Izolacija se najlakše skida tako što se prvo nagori pomoću upaljača za cigarete, a zatim pažljivo ostruže pomoću noža). Na kalem se zalepe dva mala komada od drveta, koji se, pri montaži kalema u kutiju, zalepe za gornju horizontalnu stranu kutije u kojoj je smešten prijemnik, kao što je prikazano u krajnjem desnom delu slike 7.5.

Ako koristite kalemsko telo drugačijeg prečnika, imajte u vidu da se potrebna induktivnost sa telom čiji je prečnik veći od 3,2cm, ostvaruje sa brojem zavojaka koji je manji od 144 i obrnuto, sa telom čiji je prečnik manji od 3,2cm - sa brojem zavojaka većim od 144. U takvim slučajevima, ukupan broj zavojaka se nalazi eksperimentom a izvod je uvek na jednoj trećini ukupnog broja zavojaka.

d. Promenljivi kondenzator C se teško nalazi u prodavnicama, pa smo koristili promenljivi kondenzator koji smo izvadili iz jednog rashodovanog fabričkog džepnog radio-prijemnika za srednje talase, koji je prikazan na slici 7.6. Na slici 7.6a je kondenzator zajedno sa točkom na kome su ugravirani brojevi koji pomnoženi sa 100 kHz predstavljaju učestanosti na koje taj prijemnik može da se podesi. Na slici 7.6b je izgled kondenzatora gledan spreda, sa strane i odpozadi. Na slici 7.6c je električna šema. Kao što se vidi, u zajedničkom kućištu se nalaze dva promenljiva kondenzatora C_o i C_a i dva njima paralelno vezana trimer kondenzatora, C_{to} i C_{ta} . Tačkasta linija simbolično prikazuje da su ploče rotora promenljivih kondenzatora spojene sa zajedničkom osovinom, tako da se, pri okretanju točka, njihove kapacitivnosti menjaju istovremeno. Za našu primenu, sva četiri kondenzatora su vezana u paralelu, tako što su komadom žice spojene nožice označene sa O i A. Trimeri su postavljeni u položaj minimalne kapacitivnosti. Na taj način je dobijen promenljivi kondenzator čija kapacitivnost može da se menja u granicama od C_{min}=12 pF do C_{max}=218 pF.

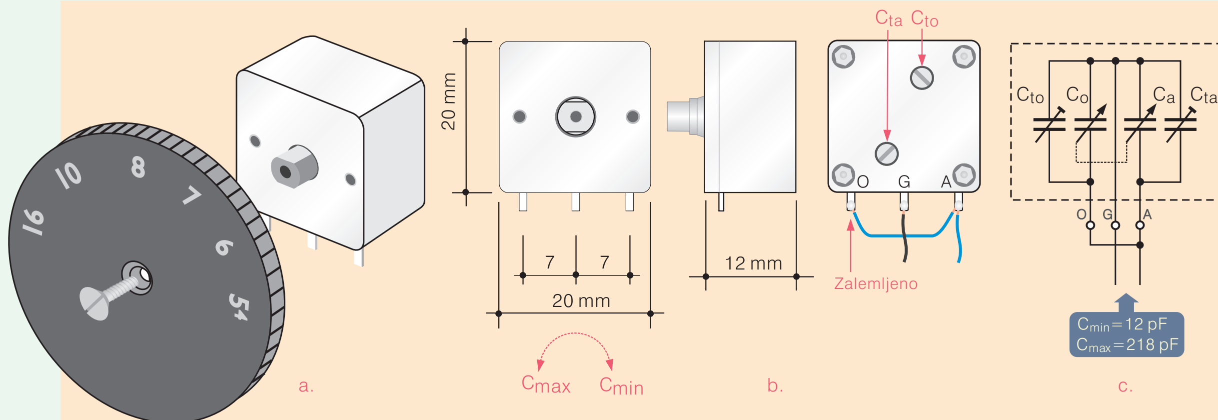
U fabričkim radio-prijemnicima koji, pored stanica iz oblasti srednjih talasa, mogu da primaju i stanice iz oblasti UKT (jedna od njihovih skala je obeležena sa AM a drugi sa FM) koristi se promenljivi kondenzator koji je prikazan na slici 7.7.



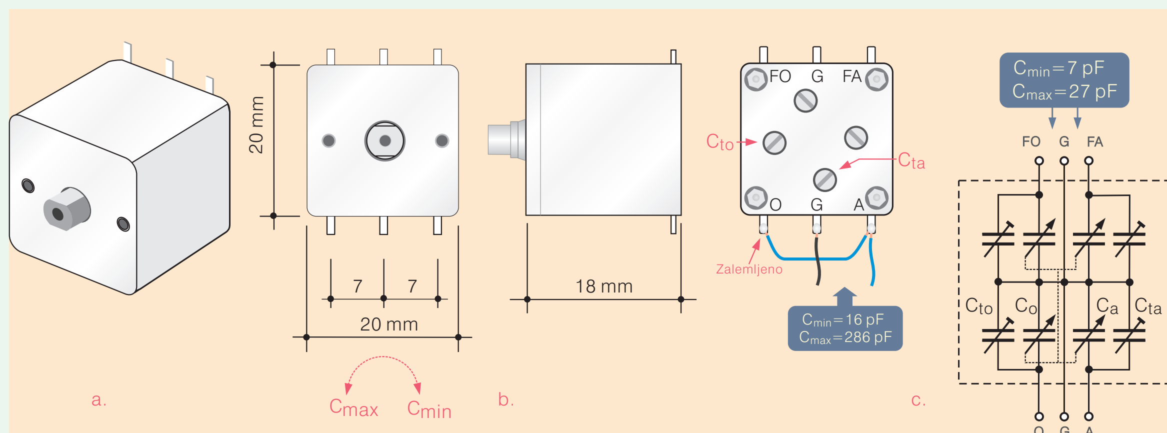
Slika 7.5. Kalem ulaznog kola radio-prijemnika: a-dimenzije, b-izgled i detalji

U zajedničkom kućištu se nalaze četiri promenljiva i četiri trimer kondenzatora. Ako se ovaj kondenzator koristi u našem prijemniku sa slike 7.2 tada se u paralelu vezuju C_{to}, C_o, C_a i C_{ta} čime se dobija promenljivi kondenzator čija se kapacitivnost menja od C_{min}=16 pF do C_{max}=286 pF. Ostali kondenzatori se ne koriste.

U svim ulaznim kolima, pa i u našem prijemniku, jedan kraj promenljivog kondenzatora se spaja sa masom uređaja. Kod kondenzatora na slikama 7.6 i 7.7 to je nožica u sredini, obeležena sa G.



Slika 7.6. Promenljivi kondenzator ulaznog kola radio-prijemnika: a-izgled, b-dimenzije, c-kapacitivnost

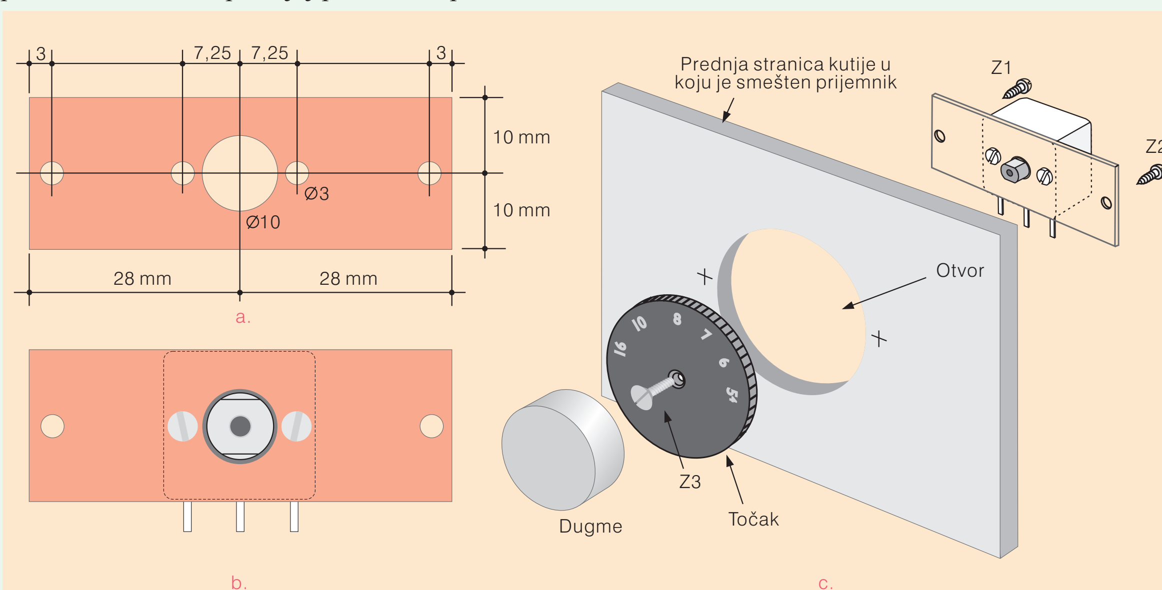


Slika 7.7. Promenljivi kondenzator ulaznog kola radio-prijemnika: a-izgled, b-dimenzije, c-kapacitivnost

Pri demontaži promenljivog kondenzatora iz nekog rashodovanog prijemnika, obratite pažnju da ne zagubite zavrtanj kojim se na osovinu pričvršćuje točak i dva zavrtnja kojima se kondenzator pričvršćuje na štampanu ploču, jer se isti takvi teško nabavljaju.

Ako se prijemnik smešta u kutiju čija je prednja ploča napravljena od izolacionog materijala debljine oko 1 mm, tada, za montažu promenljivog kondenzatora, u toj ploči treba probušiti jednu rupu prečnika 10 mm i dve prečnika 3 mm, na rastojanjima kao na slici 7.8a. Međutim, prednja ploča od nekog debljeg materijala predstavlja problem zbog toga što je osovina kondenzatora na koju se pričvršćuje točak suviše kratka. U tom slučaju, prvo ćete morati da od nekog materijala debljine oko 1 mm napravite pločicu prema skici na slici 7.8a i da na nju montirate kondenzator prema slici 7.8b. Na prednjoj ploči treba, prema slici 7.8c, napraviti okrugao otvor čiji je prečnik malo veći od prečnika točka. Pločica sa kondenzatorom se pričvrsti na prednju ploču pomoću dva mala zavrtnja Z1 i Z2, a točak na osovinu pomoću Z3. (Dok pritežete Z3, drugom rukom treba držati točak, a ne kućište kondenzatora). Na kraju, na točak se zalepi dugme izrezano od deblje šper ploče. Ono nije obavezno, ali doprinosi lepom izgledu uređaja.

Moguće je da se koristi i neki drugačiji promenljivi kondenzator. Bitno je da odnos njegove maksimalne i minimalne kapacitivnosti bude što veći, minimalno oko 15, tj. $C_{max}/C_{min}>15$. Pri njegovom povezivanju treba voditi računa da se, prema slici 7.2, sa masom (tačka Z) spoji rotor (to su ploče kondenzatora koje su mehanički spojene sa osovinom), a sa tačkom 1 kalema - stator.



Slika 7.8 Montaža promenljivog kondenzatora: a-dimenzije pločice, b-kondenzator na pločici, c-montaža na prednju ploču prijemnika

e. Dioda D, kondenzator C2 i otpornost slušalica obrazuju detektor AM signala koji se zove redni diodni detektor. Kad se na njegov ulaz dovede AM signal stanice na koju je prijemnik podešen, na izlazu se dobija NF signal koji je po obliku isti kao obvojnica AM signala. Primer oblika napona kod rednog detektora prikazan je na slici 7.9. Kada je na ulazu detektora napon u_{ul}, na izlazu je napon u_{iz}.

Detektorska dioda D mora da bude GERMANIJUMSKA VF dioda kao što su AA112, AA116, AA121, 1N21, 1N34, 1N54, 1N78 itd.

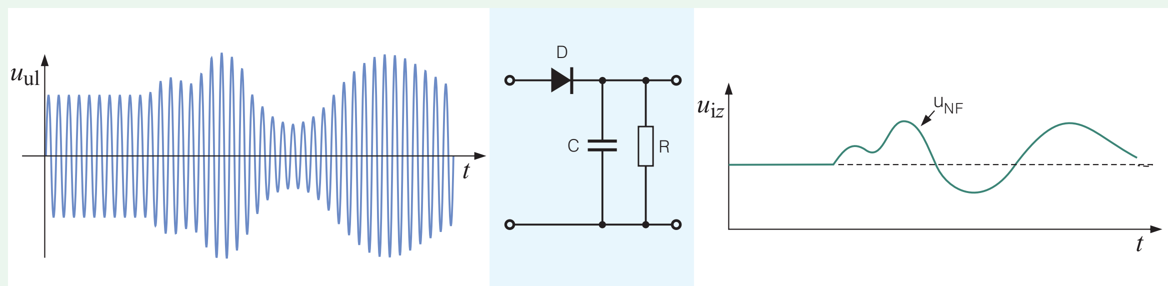
Prozvod kapacitivnosti C i otpornosti R (na slici 7.2, R je otpornost slušalica) treba da je približno jednak 50 μs (50 mikrosekundi). To znači da ako koristite otpornik R veće otpornosti (a to je poželjno jer u tom slučaju detektor manje prigušuje oscilatorno kolo), tada treba koristiti kondenzator manje kapacitivnosti. Na primer, ako je R=500 kΩ tada je C=100 pF, a ako je R=10 kΩ tada je C=5 nF i sl.

f. Slušalice su elektro-akustički pretvarač pomoću kojih se električni signal pretvara u zvuk. Mi smo koristili starinske elektromagnetne slušalice otpornosti 1,5 kΩ koje su bile vezane na red, tako da je ukupna otpornost bila 3 kΩ. Prijemnik sa slike 7.2 će utoliko bolje da radi, odnosno detektor će utoliko manje da prigušuje oscilatorno kolo, ukoliko je otpornost slušalica veća, pa je bolje koristiti slušalice veće otpornosti.

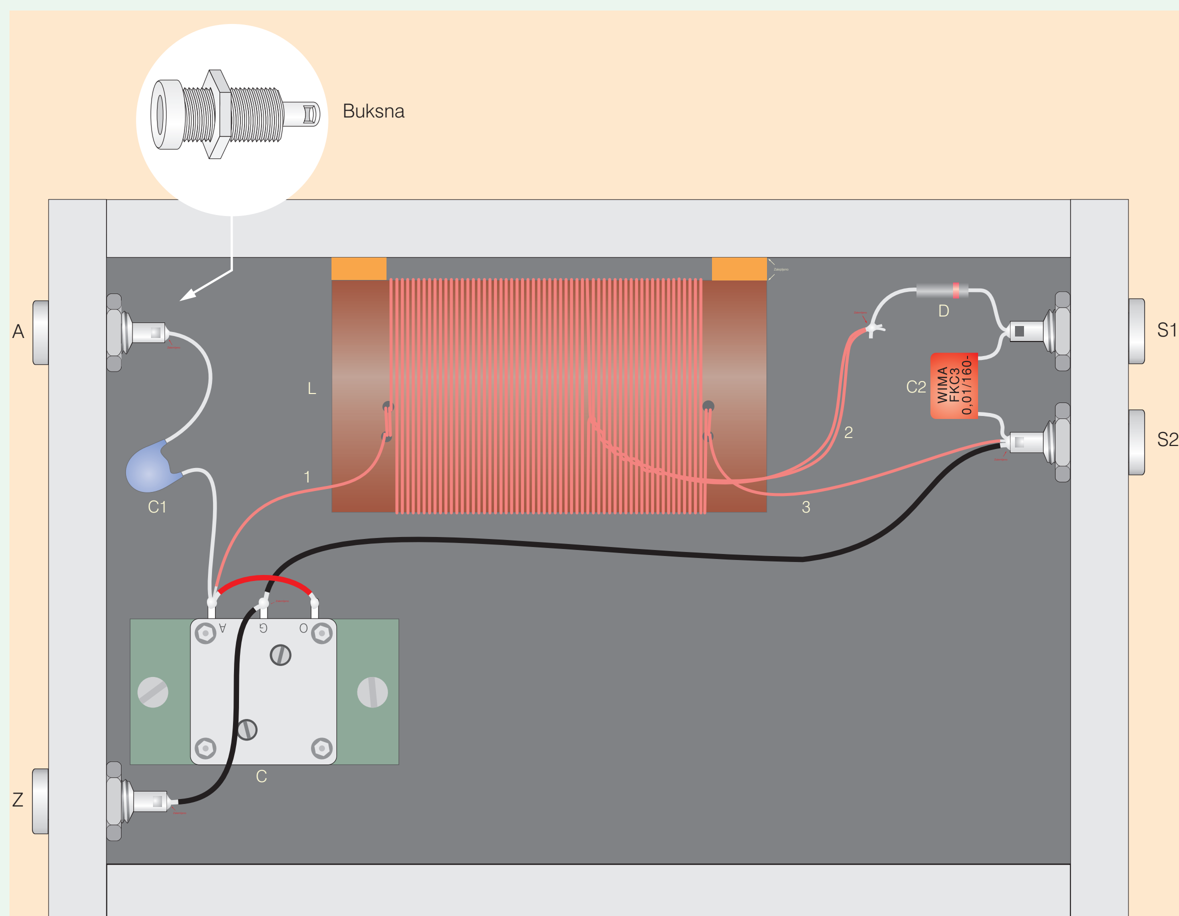
Ako koristite kristalne slušalice, tada paralelno njima treba dodati otpornik otpornosti nekoliko stotina kilooma.

Sve komponente prijemnika treba smestiti u neku kutiju. To može da bude bilo kakva kutija napravljena od nekog izolacionog materijala (plastika, drvo itd.), dovoljno velika da u nju mogu da stanu sve komponente. Kao primer, na slici 7.10 je, u razmeri sasvim malo većoj od 1:1, prikazan prijemnik koji je smešten u kutiju napravljenu od šper ploče. Gornja, donja i bočne strane su od šper ploče debljine 5÷10 mm. Prednja i zadnja strana se prave od nekog tanjeg materijala, koji omogućuje jednostavniju montažu promenljivog kondenzatora. Odmah se vidi da je kutija bar dva puta veća nego što bi mogla da bude. To je urađeno zbog preglednosti crteža, a i zbog toga da bi bila dovoljno velika za smeštanje nekog složenijeg prijemnika sa audio-pojačavačem.

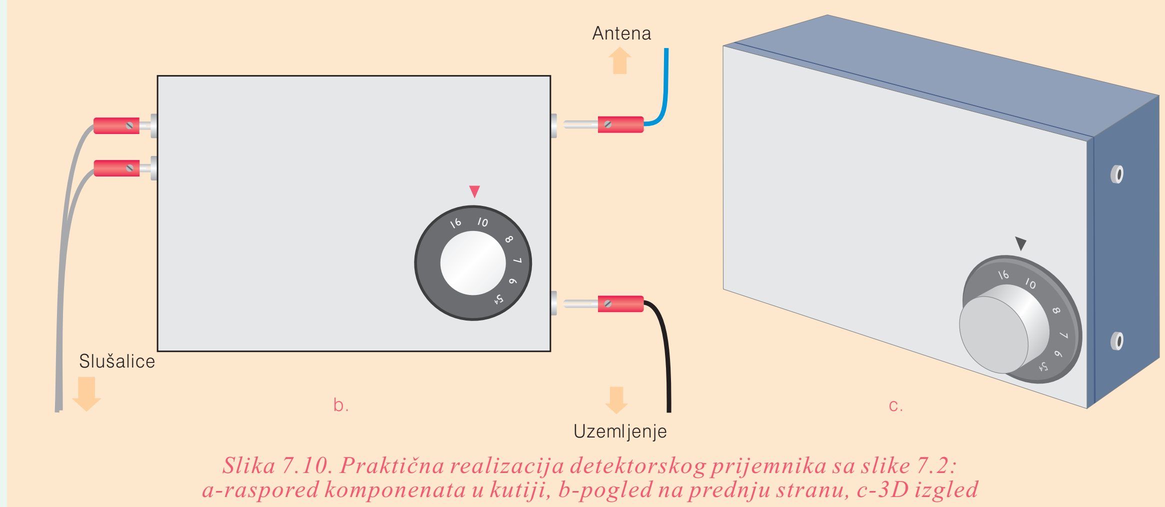
Spajanje komponenata se obavlja lemljenjem. Mali problem može da predstavlja lemljenje na buksnama. Da bi to obavili uspešno, okrenite kutiju tako da suženi deo buksne za koji se leme provodnici bude na gore. U rupu na tom delu ugurajte komad tinol žice, vrh lemilice naslonite odozgo na otvor rupe i držite je naslonjenu duže vreme, sve dok se tinol ne istopi. Zatim dodajte još tinola, tako da se rupa potpuno ispuni kalajem. Posle toga, vrh provodnika, pomoću pincete, gurnite u rastopljeni kalaj i držite nekoliko trenutaka dok se kalaj ne stvrdne i u izvesnoj meri ohladi.



Slika 7.9. Ulazni i izlazni napon kod rednog diodnog detektora



a.



Slika 7.10. Praktična realizacija detektorskog prijemnika sa slike 7.2: a-raspored komponenata u kutiji, b-pogled na prednju stranu, c-3D izgled

7.2. Najjednostavniji FM radio-predajnik

U ovom predajniku se koristi frekvencijska modulacija (FM). To je postupak kojim se ostvaruje da se frekvencija predajnika menja u skladu sa trenutnom vrednošću električnog signala koji predstavlja električnu "sliku" informacije koja se prenosi sa mesta predaje do mesta prijema. Prijem se ostvaruje običnim radio-prijemnikom koji ima UKT opseg od 88 MHz do 108 MHz.

Najjednostavniji FM predajnik ima samo blok (stepen) koji ima i svaki drugi radio-predajnik. To je oscilator čija se modulacija obavlja NF signalom koji se uzima sa priključka za slušalice ili sa zvučnika CD plejera, kasetofona i sl., čija je efektivna vrednost oko 100 mV.

Električna šema je prikazana na slici 7.11a. Oscilator obrazuju tranzistor T, otpornici R1, R2 i R3, kondenzator C1, kalem L i kondenzator Ct. Tranzistor radi u spoju zajedničke baze, kolektorsko opterećenje je paralelno oscilatorno kolo LCt, a pozitivna povratna sprega je ostvarena preko kondenzatora C3. C1 je sprežni kondenzator koji na bazu tranzistora propušta NF signal, a sprečava da jednosmerni napon sa baze ode u uređaj iz koga se NF signal dovodi. Ovakav kondenzator verovatno, skoro sigurno, postoji i na izlazu tog uređaja, ali "što je sigurno - sigurno". Jednosmerni napon baze stvara se pomoću dva otpornika, R1 i R2, i to je, što se tiče stabilnosti radne tačke za jednosmernu struju, bolje nego kad se to ostvaruje samo jednim otpornikom.

Trimer kondenzator je minijaturnog tipa, prečnika 5 mm sa dve nožice na rastojanju od 5,1 mm. Takvi trimer kondenzatori se smeštaju u kućište koje je delimično od plastike zelene boje. Umesto njega može da se koristi i drugačiji trimer, većih dimenzija, slične kapacitivnosti, za šta na pločici ima mesta. U tom slučaju stopice u koje se lemi treba razmestiti. Pri montaži trimer kondenzatora treba obratiti pažnju da sa masom bude povezan rotor. To olakšava podešavanje, jer manje dolazi do izražaja kapacitivnost ljudskog tela. Nožica koju treba povezati sa masom je ona koja je u električnom spoju sa zavrtnjem na gornjem delu trimera, pomoću koga se okreće rotor.

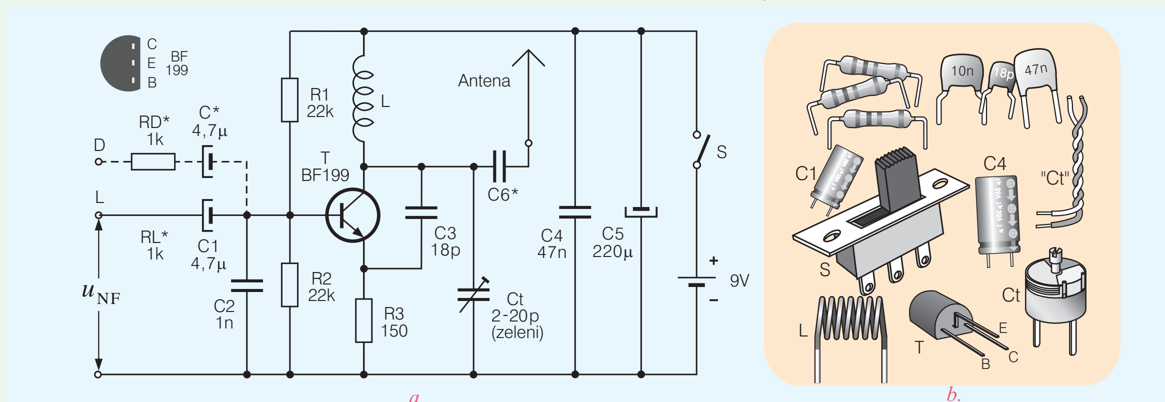
Kad je u pitanju trimer kondenzator, postoji i jedna druga mogućnost, to je trimer iz kućne radinosti. Na slici 7.11b on je obeležen sa "Ct". On se pravi uvijanjem dve izolovane bakarne žice. Povećavanje kapacitivnosti se ostvaruje daljim uvijanjem, tako da se žice približavaju, a smanjenje - odvijanjem. Skokovito smanjenje se ostvaruje odsecanjem krajeva.

Kondenzatori C2, C3 i C4 treba da su keramički. C1 može da bude i manje kapacitivnosti, recimo 680 nF. Kapacitivnost C6 je u granicama od 1 pF (dugačka antena) do nekoliko desetina pikofarada (kratka antena). Ako je antena sasvim kratka (do 20 cm), C1 može da se izostavi. U tom slučaju, jedan kraj antene se zalemi direktno za kolektor tranzistora.

Otpornik RD* i kondenzator C* se dodaju ako se u_{NF} uzima iz nekog stereofonskog uređaja. Tada se NF signal iz levog kanala dovodi u tačku L (između nje i mase), a NF signal iz desnog kanala u tačku D, tako da na bazu stiže kompletan NF signal. Ako je izvor NF signala monofonski (recimo iz mikrofona, preko odgovarajućeg NF pojačavača), RD*, C* i RL nisu potrebni, a NF signal se dovodi na levi kraj kondenzatora C1.

Izrada kalema je prikazana na slici 7.12. Koristi se bakarna žica prečnika oko 0,6 mm, kojom se preko burgije od 4 mm namota 7 navojaka. Dok je još na burgiji, sa krajeva kalema se oštrim nožem pažljivo ostruže izolacija u dužini od oko 5 mm. Kalem se skine sa burgije i malo razvuče, tako da mu dužina bude oko 8 mm, kao što se vidi na desnom delu slike. Prečnik žice nije kritičan, moguće je koristiti i deblju žicu.

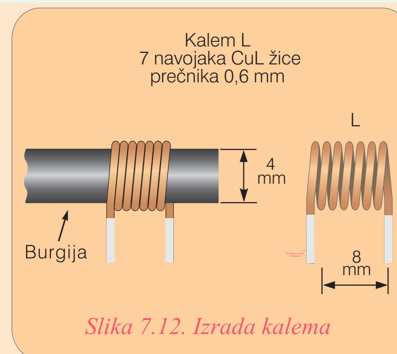
Štampana pločica je prikazana na slici 7.13. Na slici 7.13a je pogled na pločicu sa strane lemljenja, a na slici 7.13b sa strane komponenata. Kao što se vidi, bakarne linije na koje se priključuju pozitivan i negativan kraj baterije su proširene, tako da imaju što je



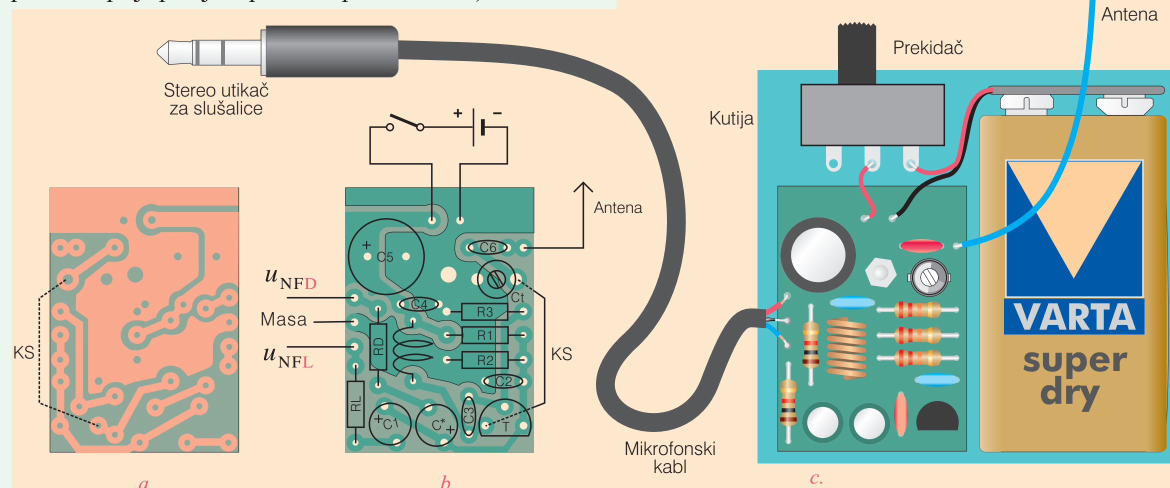
Slika 7.11. Najjednostavniji FM predajnik: a - električna šema, b - komponente

moguće veću površinu. To je vrlo važna stvar o kojoj mora da se vodi računa pri projektovanju štampane ploče uređaja, naročito radio-predajnika, koji rade na vrlo visokim učestanostima. Još bolje rešenje je da linije kojima se preko štampe razvodi pozitivan kraj baterije bude vrlo tanka, a masa proširi preko cele pločice, a najbolje je koristiti dvostranu štampu kod koje se jedna strana u potpunosti koristi za masu.

* Prečnici rupica kroz koje se provlače nožice svih komponenata izuzev trimer kondenzatora su 0,8 mm. Za nožice trimera prečnici su 1,3 mm. (Ako ne posedujete burgiju prečnika 1,3 mm, izbušite rupu manjeg prečnika pa je pažljivo proširite pomoću šila.)



Slika 7.12. Izrada kalema



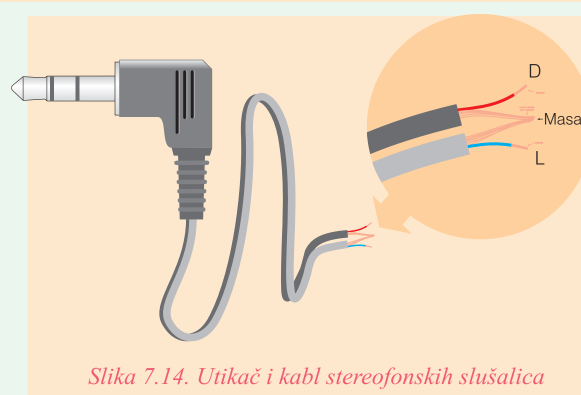
Slika 7.13. Praktična realizacija predajnika sa slike3.9: a - štampana pločica sa strane bakra, b - raspored komponenata, c - kompletan uređaj (bez kutije)

* Sa KS je obeležen kratkospojnik. To je komad izolovane bakarne žice čiji je jedan kraj zalemljen za stopicu u kojoj je desni kraj trimera, a drugi kraj za stopicu u kojoj je kolektor tranzistora. Ova žica je, nacrtana kao izlomljena linija. To je učinjeno isključivo zbog preglednosti crteža. U stvarnosti to je pravolinijski komad žice dužine oko 2 cm.

* Trimer kondenzator je minijaturnog tipa, prečnika 5 mm, zelene boje. Pri montaži, treba voditi računa da sa masom bude spojena nožica koja je u električnom spoju sa zavrtnjom na trimeru. Ako je trimer koji je na raspolaganju većih dimenzija, treba malo prepraviti štampu, za šta je na pločici ostavljeno mesta. U slučaju da nemate nikakav trimer, probajte sa trimerom "Ct" sa slike 7.11b. Uz pomoć univerzalnog digitalnog instrumenta koji ima i mogućnost merenja kapacitivnosti nije teško podesiti kapacitivnost da bude jednaka 13 pF. Bez instrumenta, to može da se ostvari uz nekoliko proba sa dužinom uvijenih žica.

* Antena je komad savitljive (licnaste) izolovane žice dužine oko 75 cm, čiji je jedan kraj zalemljen u stopicu desno od C6. Ova žica se provuče kroz rupu na kutiji i postavi, ako je to moguće, u približno vertikalan položaj.

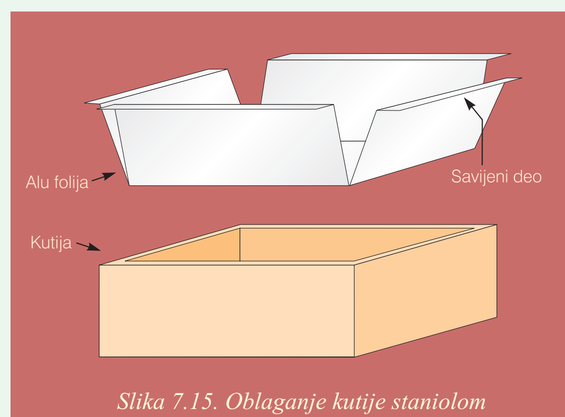
* Za dovođenje NF signala iz CD plejera, kasetofona, kompjutera itd. koristi se mikrofonski kabl. Pošto su to stereofonski signali (levi L i desni D), kabl treba da ima dva "živa" provodnika i mrežasti oklop. Živi krajevi se spajaju sa tačkama L i D, a oklop sa masom (sl. 7.11a). Mikrofonski kabl i utikač, kao i povezivanje sa pločicom prikazani su na slici 7.13c. U nedostatku mikrofonskog kabla i utičnice sa ove slike, moguće je koristiti utikač i kabl jeftinih slušalica koje se koriste u prenosnim radio-prijemnicima, vokmenima i sl. (sl. 7.14). Oba kabla se preseku na potrebnu dužinu. Na oko jedan centimetar od kraja oba kabla, vrhom lemilice se u plastiku pažljivo ureže prsten i taj odvojeni deo plastike skine. Više tankih žica iz jednog i drugog kabla se skupe i zalelme zajedno. Ovaj snop žica se na štampanoj ploči spaja sa masom (sl. 7.13b). Sa vrhova dveju debljih žica iz



Slika 7.14. Utikač i kabl stereofonskih slušalica

jednog i drugog kabla se skine izolacija i oni se kalajišu. Oni se leme u stopice koje su na slici 7.13-b spojene sa gornjim krajevima RL i RD.

* Kutija u koju se smešta predajnik treba da bude metalna ili od nekog izolacionog materijala obloženog aluminijumskom folijom. Kao primer, na slici 7.15 je prikazana takva jedna kutija. Iznad nje je komad staniola izvađen iz paklice cigareta ("DRINA original" - Duvanska industrija Niš). On je izrezan i savijen u oblik pravilnog krsta sa savijenim kracima. Vrhovi krsta se još jednom saviju. Ti, još jednom savijeni, delovi se zalepe za gornje rubove uspravnih strana kutije, tako da budu u kontaktu sa staniolom zalepljenim na unu-



Slika 7.15. Oblaganje kutije staniolom

trašnju stranu poklopca. Inače, staniol iz pomenute vrste cigareta je zalepljen na običnu hartiju. Ta strana sa hartijom se lepi u unutrašnjosti kutije. Lepak treba prvo naneti samo na nekoliko mesta na dnu kutije. Ubaci se folijal, podesi se njen položaj i pitisne na mestima sa lepkom. Lepak se, zatim, nanese na po nekoliko mesta na bočnim stranama i ta mesta pritisnu. Na kraju, lepak se nanese celom dužinom rubova bočnih strana i u tu zalepe savijeni delovi.

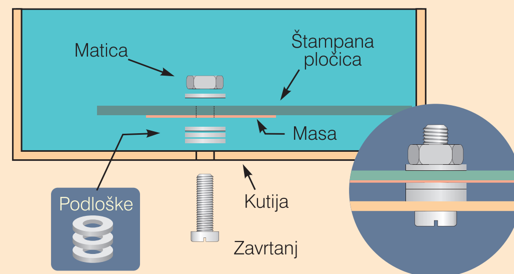
*Ostvarenje električne veze između mase na štampanoj ploči i staniola nije sasvim jednostavno, kao što izgleda. Glavni problem je u tome što aluminijum ne može da se lemi običnim lemilicama i kalajem. Zbog toga dobra električna veza može da se ostvari samo pouzdanim mehaničkim kontaktom. Jedan od načina da se to ostvari je prikazan na slici 7.16. Na štampanoj pločici i na odgovarajućem mestu na dnu kutije izbuše se rupe. Kroz rupu na dnu kutije se provuče mašinski zavrtanj prečnika 2 mm. Na njega se stavi metalni odstojnik u obliku valjka visine oko 3 mm. U mesto odstojnika može da se stavi nekoliko (na slici ih je tri) metalnih podloški. Zatim se stavi pločica i još jedna podloška i, na kraju, zavrtanj. Kada se zavrtanj pritegne, spoj izgleda kao u desnom delu slike 7.16.

Podešavanje učestanosti predajnika

Ovaj predajnik radi na učestanosti koja se nalazi u granicama od 88 MHz do 108 MHz. To je područje u kome se obavlja radio-difuzija i u kome emituje veliki broj profesionalnih radio-predajnika. Da ne biste došli pod udar zakona, nemojte da povećavate snagu vašeg predajnika niti da koristite profesionalne antene. Pored toga, da ne biste ometali svoje susede, potrudite se da svoju emisiju vršite na nekoj učestanosti na kojoj u vašem kraju ne emituje ni jedna profesionalna stanica. To znači da na skali vašeg radio-prijemnika treba da pronađete neko prazno mesto, tj. učestanost na kojoj nema nikakvog programa i da vaš oscilator podesite na tu učestanost. Podešavanje učestanosti oscilatora se obavlja pomoću trimera Ct. Smanjivanjem njegove kapacitivnosti učestanost oscilatora se povećva, a povećavanjem smanjuje. Pri tome treba imati u vidu da učestanost oscilatora zavisi i od kapacitivnosti svih drugih kondenzatora na šemi, kao i od dužine antene. Naročito je važno istaći kondenzator C2, od njegove kapacitivnosti zavisi i učestanost oscilatora i veličina pozitivne povratne sprege. Na našem prototipu oscilatora, sa C2=18 pF, trimerom čija je kapacitivnost podešena na Ct=13 pF i antenom u obliku žice dugačke 75 cm, učestanost oscilatora je bila f_o=91 MHz. Promenom kapacitivnosti Ct, učestanost je mogla da se podesi u opsegu od oko 88 MHz do oko 100 MHz, ali su najbolji rezultati ostvareni na učestanostima oko 90 MHz. Ako vi želite da emitujete na nekoj višoj učestanosti, treba prvo zameniti kondenzator C2, i umesto 18 pF koristiti blok kondenzator manje kapacitivnosti, recimo 15 pF. Ako želite da radite na još višoj učestanosti treba probati sa C2=10 pF, pa sa 8,8 pF i 4,7 pF. Pošto se zalemi novi C2, učestanost oscilatora se podesi pomoću Ct.

Može da bude korisno ako se umesto C2 koristi trimer, isti kao Ct. Tada je na bilo kojoj učestanosti moguće podesiti i optimalnu povratnu spregu, tako da VF napon koji stvara oscilator ne bude izobličen, čime se ostvaruje kvalitetniji rad i manje ometanje drugih predajnika. Optimalna podešenost je ostvarena kada se program našeg predajnika čuje na samo jednom mestu na skali prijemnika.

Podešavanje se obavlja na sledeći način. Uključi se radio-prijemnik i podesi na neko prazno mesto koje se nalazi negde oko 92 MHz. Prijemnik se postavi što dalje od predajnika, na bar nekoliko metara od njega. Na kolektor se zalemi kraj komada izolovane bakarne žice dužine oko 75 cm. To je emisiona antena koja

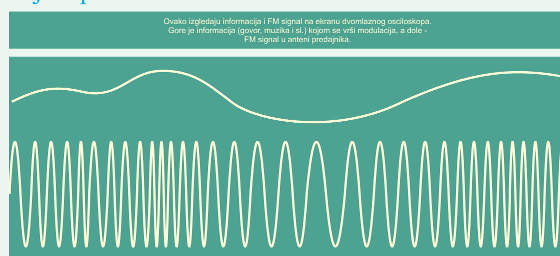


Slika 7.16. Montaža štampane pločice u kutiji

mora da bude priključena prilikom podešavanja. Između baze tranzistora i mase dovede se, preko sprežnog kondenzatora kapacitivnosti 5μF, neki NF signal (sa zvučnika ili priključka za slušalicu kasetofona, CD-plejera, sa kompjutera, nekog NF oscilatora i sl.). Efektivna vrednost ovog signala treba da je oko 100 mV, optimalna vrednost se podešava kasnije. Sa C2=18 pF, prijemnik se podesi na neko prazno mesto na skali, oko 92 MHz. Vrlo pažljivo se okreće trimer kondenzator dok se u zvučniku prijemnika ne pojavi NF signal. Ovo izgleda jednostavno, ali nije. Treba biti vrlo strpljiv jer i sasvim male promene kapacitivnosti trimer kondenzatora dovode do značajnih promena učestanosti. Krajnje, sasvim precizno podešavanje, obavlja se dugmetom za biranje stanica na prijemniku. Znači, podesite učestanost pomoću trimera najbolje što možete, pa podesite optimalan prijem dugmetom na prijemniku i na skali prijemnika pročitate kolika je učestanost. Ako je učestanost znatno veća od 92 MHz, povećajte kapacitivnost trimera pa ponovo podesite prijemniki itd. Podešavanje je završeno kada se vaš program čuje na samo jednom mestu na skali prijemnika. Sad podesite veličinu NF signala tako da se ostvari kvalitet i jačina zvuka koji su približno isti kao i pri prijemu profesionalnih stanica koje rade na bliskim učestanostima.

Podešavanje može da se obavi i bez NFsignala. Prijemnik se podesi na program nekog profesionalnog predajnika koji radi u blizini 92 MHz. Podešavanje se vrši na opisani način dok se pomenuti predajnik ne izgubi, odnosno dok vaš predajnik ne "prekrije" taj predajnik. Jednostavnije rečeno, umesto muzike ili govora koji emituje profesionalni predajnik nastane tišina. Sada, trimerom, podesite učestanost najbolje što možete, a zatim odete do prijemnika i okrećete lagano dugme za biranje stanice i podešavate se na mesto na kome se "čuje tišina". Vratite se do predajnika, sasvim malo okrenete trimer, i na radiju se ponovo čuje neki profesionalni predajnik, ili ton u obliku šuštanja, koji postoji ako na tom mestu nema predajnika.

Ova mogućnost, mogućnost da se "emituje tišina", može da bude korisna ako u kući ili komšiluku imate nekog ko voli da pušta radio "iz sve snage". Okrećite pažljivo trimer dok učestanost vašeg predajnika ne postane jednaka učestanosti stanice na koju je podešen prijemnik pomenutog ljubitelja glasne muzike i muzika će da prestane. Jedan poznanik autora ovog teksta je tako "stišavao" radio svoje ćerke, ali su ga "provalili" kad je na isti način počeo da isključuje i ton TV prijemnika dok traju reklame. Ali, ne zaboravite, ovakvo stišavanje je strogo zabranjeno i kažnjivo po zakonu.



Ovako izgledaju informacija i FM signal na ekranu dvomlaznog osciloskopa. Gore je informacija (govor, muzika i sl.) kojom se vrši modulacija, a dole - FM signal u anteni predajnika.

7.3. Najjednostavniji audio pojačavač

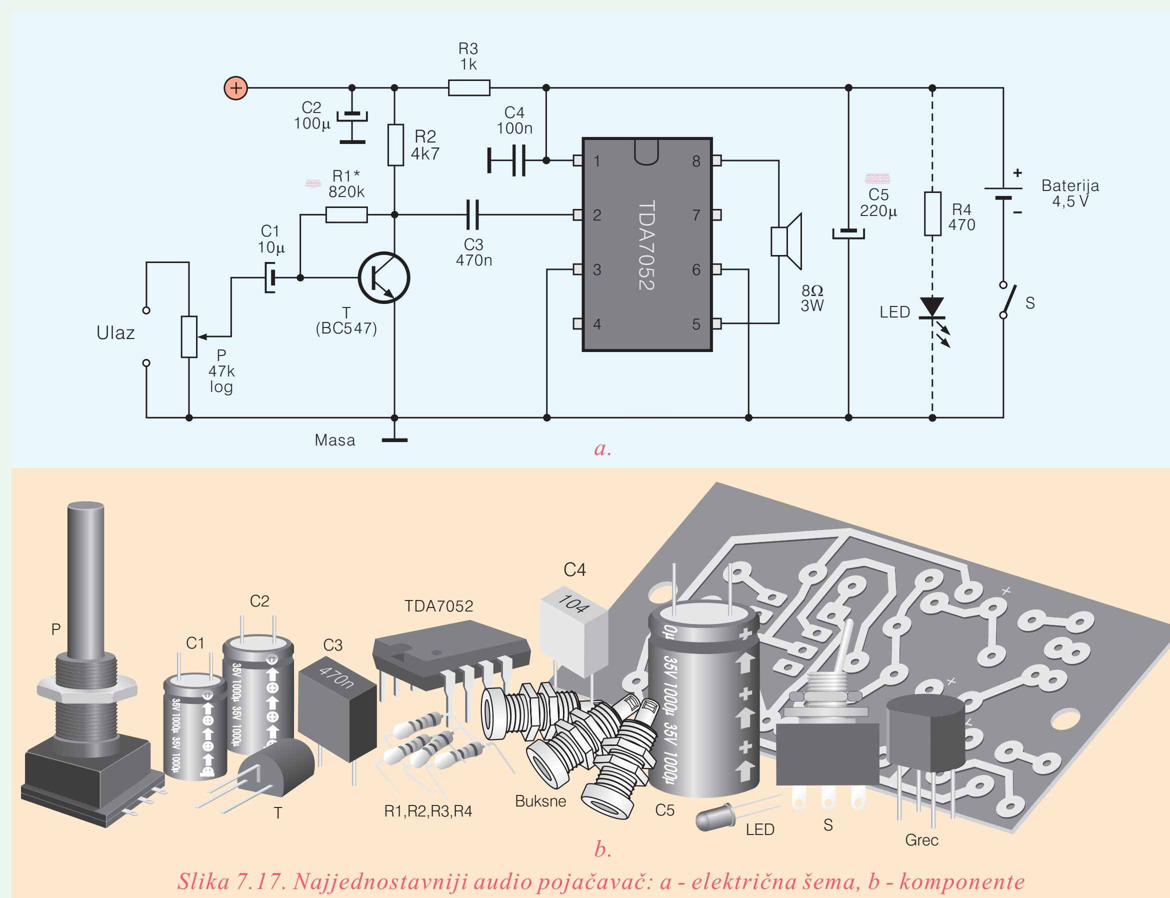
Električna šema najjednostavnijeg audio' pojačavača data je na slici 7.17. Mnogi od čitalaca neće se složiti sa njegovim nazivom. Ima i jednostavnijih, reći će oni. Ima, to je tačno, ali su oni mnogo skromnijih mogućnostu ili u pogledu osetljivosti, ili izlazne snage ili izobličenja itd. Zahvaljujući pojačavaču snage sa kolom TDA7052, čije su osnovne karakteristike

1. Izuzetna stabilnost rada
2. Ugrađena zaštita od kratkog spoja na izlazu
3. Nije potreban hladnjak
4. Mala potrošnja, I_0=4 mA (pri U_{BAT}=6 V)
5. Nema "klik"-ova pri uključivanju/ isključivanju
6. Naponsko pojačanje 39 dB
7. Izlazna snaga P_{iz}=1,2 W
8. Napajanje 3V...18 V, tipično 6 V,

ovaj pojačavač bi trebalo da ima ime "Najjednostavniji, odličan audio'pojačavač.

Napon baterije (ispravljača) iz koga se pojačavač napaja električnom energijom se nalazi u granicama od 3 V do 18 V. Prizvođač kola TDA7052 oreporučuje napon napajanja od 6 V. Pri tom naponu, mirna struja pojačavača je samo I_0=4 mA, što ga čini pogodnim za napajanje iz baterije. Mi smo se odlučili za bateriju od 4,5 V.

Napajanje iz baterije ima svojih prednosti ali i nedostataka. Mada baterija dugo traje ako je reprodukcija tiha, glavni nedostatak u odnosu na napajanje iz električne mreže je mnogo manja ekonomičnost. Za napajanje iz električne mreže može da se koristi jednostavan ispravljač koji se sastoji iz mrežnog transformatora, Grecovog usmerača i elektrolitskog kondenzatora. Na pločici su stopice u koje se leme nožice usmerača a kondenzator je C5, čiju vrednost treba povećati na 1000 µF. Sekundar mrežnog transformatora se spaja sa tačkama 1 i 2. Stopicu u koju je zalemljen + usmerača treba, pomoću komada žice (to je kratkospojnik K.S.) spojiti

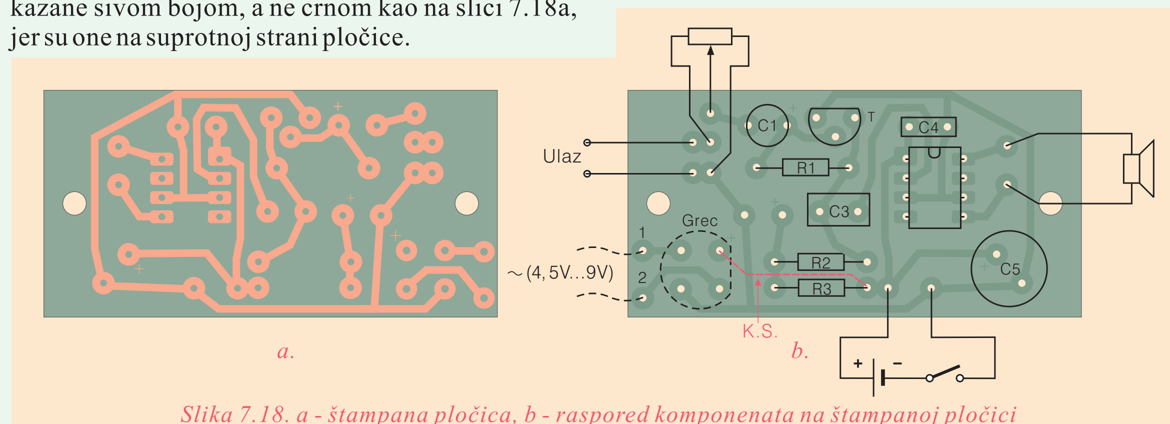


Slika 7.17. Najjednostavniji audio pojačavač: a - električna šema, b - komponente

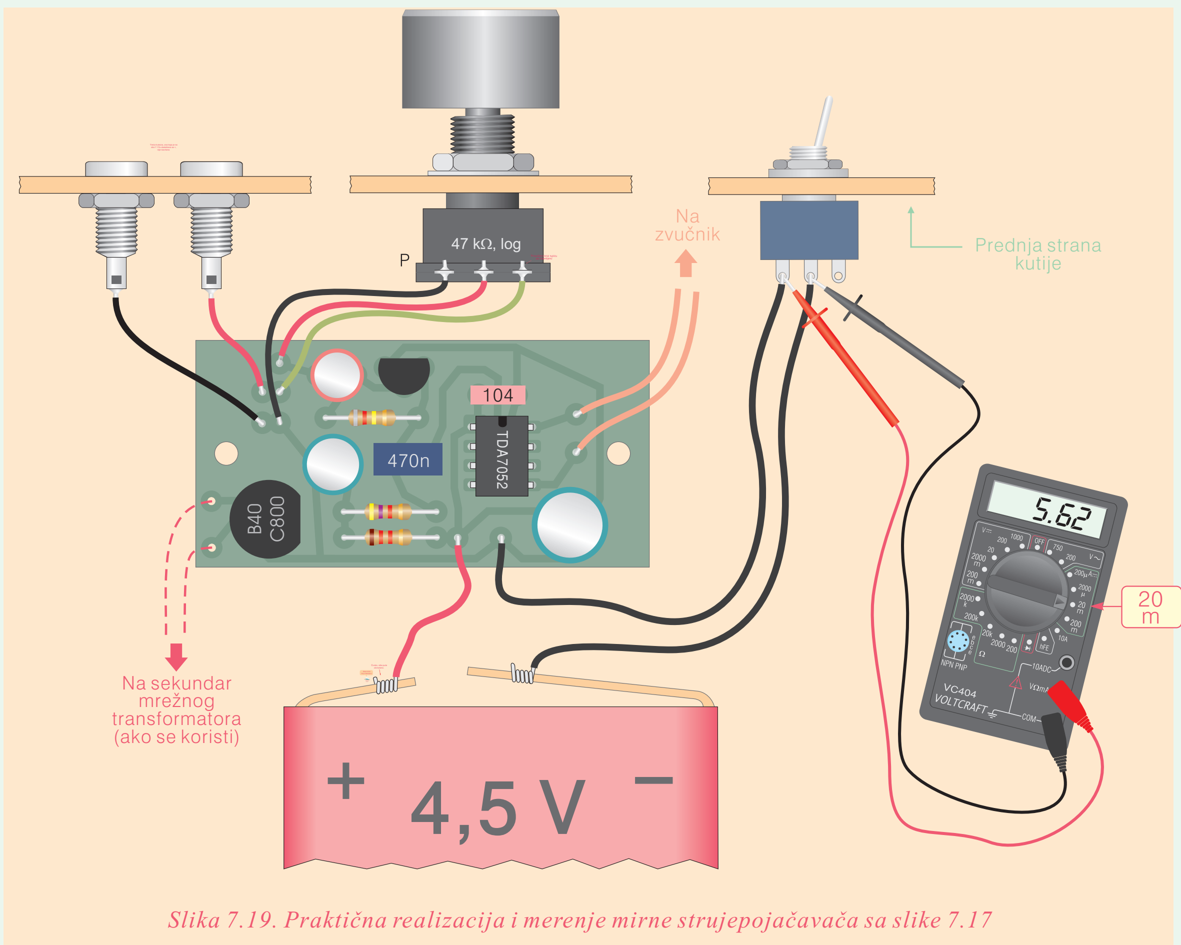
sa stopicom u koju je zalemljen desni kraj R3. Prekidač S treba vezati u kolo primara transformatora, kao na slici 2.47.

Na slici 7.18a je izgled štampane pločice a na slici 7.18b je prikazan raspored komponenata na pločici. Bakarne stopice i linije na slici 7.18b su prikazane sivom bojom, a ne crnom kao na slici 7.18a, jer su one na suprotnoj strani pločice.

* Na slici 7.19 je prikazan stvarni izgled pločice sa komponentama i vezama sa prekidačem, potenciometrom i buksnama na koje se dovodi signal koji se pojačava. Prikazan je i Grecov usmerač koji nije potreban kada se pojačavač napaja iz baterije.



Slika 7.18. a - štampana pločica, b - raspored komponenata na štampanoj pločici

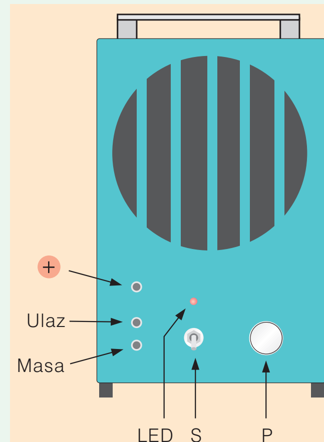


Slika 7.19. Praktična realizacija i merenje mirne strujepojačavača sa slike 7.17

*LED dioda i otpornik od 470 Ω se koriste samo ako se uređaj napaja iz ispravljača. (Struja LED diode je prilično velika, veća od 10 mA, pa bi ona značajno uticala na vek baterije).

* Potenciometar za regulaciju jačine se montira na prednjoj strani kutije u koju su smešteni pločica, zvučnik i baterija (ili ispravljač). Ako je pločica montirana u blizini potenciometra, ne dalje od desetak centimetara, za veze između potenciometra i pločice mogu da se koriste obične žice. U suprotnom ako je pločica daleko od potencimetra, treba koristiti mikrofonski kabl.

* Pojačavač, zvučnik i baterija (ili ispravljač) se smeštaju u zajedničku kutiju koja je prikazana na slici 7.20. Na prednju ploču se montiraju potenciometar i neka jednostavna utičnica (može i činč) za koju posedujete i utikač. Ako nemate utičnicu, možete da koristite obične buksne (kao što je na slici 7.19). Za dovođenje signala koji se pojačava na ulaz pojačavača treba koristiti mikrofonski kabl. Ako se u tu svrhu koriste obične izolovane žice, one treba da su što je moguće kraće. Na prednjoj ploči je i buksna obeležena sa +. Ona je, prema slici 7.17a, komadom žice, spojena sa stopicom u koju je zalemljen levi kraj R3. Ova buksna se, ako je to potrebno, koristi za napajanje električnom energijom elektronskog uređaja iz koga se dovodi signal na pojačavač. Kada se koristi ispravljač, na prednjoj ploči je i LED dioda.



Slika 7.20. Aktivni zvučnik

* Pre nego što se upustite u izradu pločice proverite da li rastojanja između stopica odgovaraju komponentama kojima raspolažete (naročito C5) i, ako je potrebno, izvršite potrebne korekcije.

* Neposredno pred montažu i lemljenje, dobro očistite bakarne linije i stopice komadom vlažne krpe zamočene u neko praškasto sredstvo za čišćenje. Komponente montirajte na pločicu i lemite ovim redom: kratkospojnik, otpornici, integrisano kolo, kondenzatori, provodnici kojima se pločica spaja sa zvučnikom, baterijom i prekidačem i mikrofonski kabl (ako ga koristite) ili provodnici za povezivanje sa pločicom.

* Nemojte da koristite minijaturne zvučnike jer oni imaju vrlo mali koeficijent korisnog dejstva i vrlo lošu reprodukciju tonova niskih učestanosti. Koristite zvučnik snage veće od dva vata i prečnika membrane većeg od deset centimetara.

* Proverite jednosmerni režim rada predpojačavača. Na isti način kao na slici 1.29 izmerite jednosmerni napon na gornjem kraju R2. Zatim vrhom crvene (pozitivne) sonde dodirnite donji kraj R2. Ovaj napon treba da je približno dva puta manji od napona na gornjem kraju R2. Razlika ova dva napona podeljena sa 4,7 je kolektorska struja tranzistora u miliamperima. Ako je napon na donjem kraju R2 znatno manji od potrebne vrednosti, povećajte otpornost R1, a ako je veći smanjite je, dok ne ostvarite da bude približno jednak polovini napona ma gornjem kraju R2.

Tranzistor koji smo mi koristili imao je koeficijent strujnog pojačanja h_{FE}=420 pa je napon na gornjem kraju R2 bio 4,1 V a na donjem kraju 2,1 V i kroz tranzistor je tekla struja nešto veća od 0,4 mA. Pošto će koeficijent h_{FE} vašeg tranzistora sigurno biti ili veći ili manji od 420 trebalo bi da izvršite opisano podešavanje. Šta da rade oni koji ne poseduju instrument. Najbolje bi bilo da ga nabave, a ako to nije moguće, treba da se prekrste i uključe uređaj. Zatim treba da na ulaz pojačavača dovedu neki NF signal iz kasetofona, CD plejera, kompjutera i sl. i slušaju. Ako im se reprodukcija dopada, sve je u redu.

Provera pojačavača snage sa TDA7052 se svodi na merenje njegove mirne struje, koja bi trebalo da je oko 5 mA. Otvorite prekidač S, a preklopnik na instrumentu stavite u položaj za merenje jednosmerne

struje (kao na slici 7.19). Vrhovima sondi dodirnite nožice prekidača i na ekranu instrumenta će se pojaviti broj koji predstavlja struju u miliamperima. Ako je to približno 5 mA, sve je u redu. Pomerite klizač potenciometra tako da bude iznad krajnjeg donjeg položaja pa dodirnite prstom ulaz u pojačavač. Iz zvučnika treba da se čuje brujanje učestanosti 50 Hz.

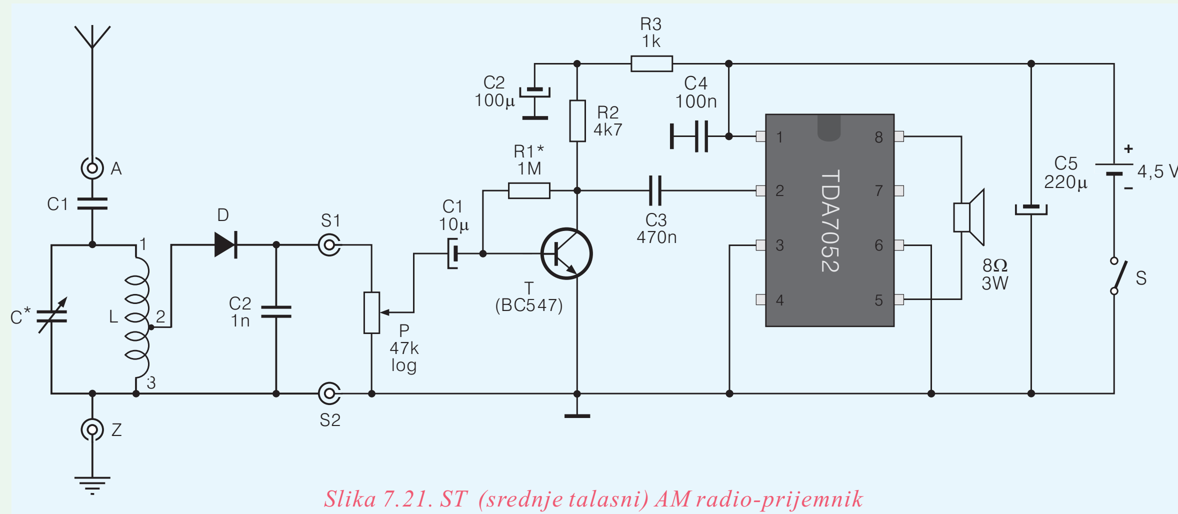
* Ako pojačavač ne radi pokušajte da na osnovu merenja pronađete kvar. Proverite da li je neka bakarna linija prekinuta, ili se dve susedne linije dodiruju (ili su spojene komadićem kalaja koji je pao sa lemilice pri lemljenju), da li su svi spojevi dobri, da nisu neki od elektrolitskih kondenzatora, tranistor, Grec ili integrisano kolo montirani naopako itd.

* Pločicu, pomoću dva mala zavrtnja za drvo pričvrstite za prednju stranu kutije tako da su veze sa potenciometrom i buksnama što kraće. Između pločice i prednje strane treba postaviti dva odstojnika, tako da je pločica odmaknuta od bočne strane nekoliko (recimo 5) milimetara. (Odstojnici su dve cevčice dužine oko 5 mm. Zavrtnji za pričvršćivanje se provuku prvo kroz rupe na ploči pa kroz cevčice i onda ušrafe u stranicu). Posle toga spojite zvučnik, prekidač, bateriju itd.

7.4. Najjednostavniji KT radio-prijemnik

U projektu 7.1 opisana je izrada detektorskog radio-prijemnika kod koga se reprodukcija zvuka obavlja pomoću slušalica. Jasno je da je prijem mnogo komforniji i savremeniji ako se reprodukcija vrši preko zvučnika. To se lako ostvaruje ako signal sa izlaza detektora sa slike 7.2, umesto na slušalice, pomoću dve vrlo kratke žice, dovede na ulaz pojačavača sa slike 7.17. Izvesno poboljšanje može da se ostvari ako se u detektoru umesto C2=10 nF koristi kondenzator manje kapacitivnosti, oko 1 nF.

Električna šema takvog radio-prijemnika prikazana je na slici 7.21.

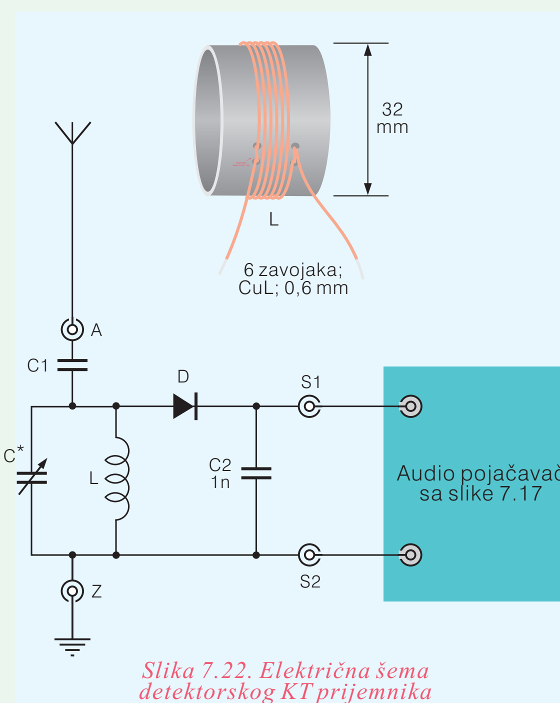


Slika 7.21. ST (srednje talasni) AM radio-prijemnik

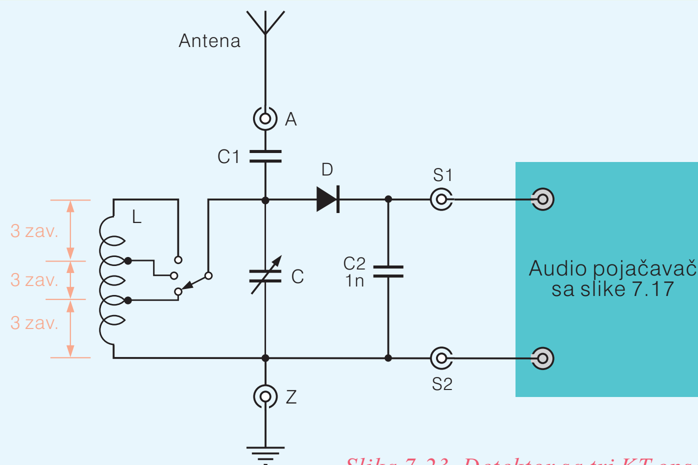
Uz korišćenje drugačijeg kalema L, detektor sa slike 7.2 može da se koristi i za prijem programa radio-predajnika koji emituju u području kratkih talasa (KT, SW na engleskom). Kratki talasi su elektromagnetni talasi čije se učestanosti nalaze u granicama od 3 MHz do 30 MHz. U ovom području (opsegu) radi veliki broj profesionalnih predajnika (vojska, policija, razne službe) ali i vrlo veliki broj radio-difuznih predajnika koji emituju program (muzika, vesti, prenosi i sl.) za širok krug slušalaca. Pored njih, u pojedinim delovima opsega emituju i radio-amateri. Sve zajedno, na kratkim talasima stvarno ima šta da se čuje pa je korisno naparaviti KT prijemnik i "pogledati" šta se dešava.

Dakle, i sada važi sve što je rečeno u projektu 7.1. Jedina razlika je u tome što treba napraviti novi kalem. Nama je pri ruci bio komad valjka od kartona čiji smo veći deo iskoristili kao kalemsko telo kalema na slici 7.2. Na njega smo namotali jedan do drugog šest zavojaka bakarne žice prečnika 0,6 mm. Prečnik žice nije kritičan, praktično može da se koristi žica bilo kog prečnika. Taj kalem, zajedno sa dve drvene pločice, koje se lepe za gornju stranu kutije u koju se smešta prijemnik, je prikazan na slici 7.22. Sa antenom dužine 6 m i antenskim kondenzatorom C1=12 pF, prijemno područje prijemnika je od f_d=7 MHz do f_g=10 MHz. Menjanjem broja zavojaka kalema i kapacitivnosti C1, prijemno područje može da se promeni, tako da možete da "pogledate" šta se dešava u građanskom opsegu, šta rade radio-amateri, neke profesionalne veze itd.

. Možete i da, prema slici 7.23, napravite kalem sa izvodima (broj navojaka nije kritičan, a korisno je probati i sa drugim vrednostima) i da preklopnikom birate KT1, KT2, KT3. Imajte u vidu da prijem KT stanica nije podjednako dobar tokom dana. Dobar je u poslepodnevnim časovima, tokom noći i pre podne. Najslabiji je oko podne. Ali to nije sve. Prijem zavisi i od doba godine, od aktivnosti Sunca itd. Uostalom, uverite se sami.



Slika 7.22. Električna šema detektorskog KT prijemnika

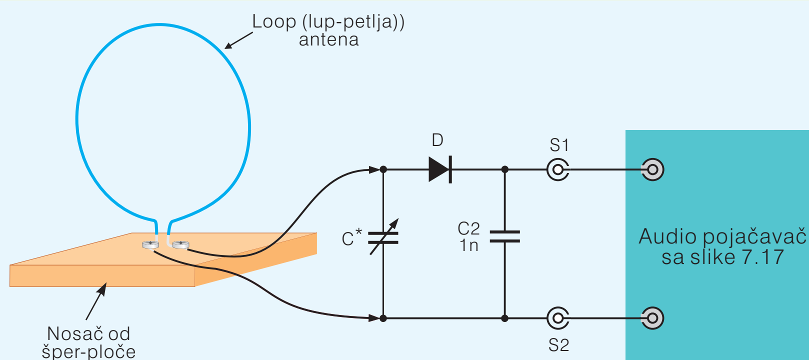


Pažnja !!!
U ovom, kao i u svim drugim radio-prijemnicima , D je germanijumska VF dioda, kao što su AA112, AA116, AA121, 1N34 i sl.



Slika 7.23. Detektor sa tri KT opsega

Postoji i mogućnost prijema profesionalnih stanica koje rade na znatno većim učestanostima. Kalem, koji je u isto vreme i prijemna antena, izgleda kao na slici 7.24. Pravi se od deblje, jače žice ili metalne trake, koja se savije u oblik kruga i sa dva zavrtnja za drvo pričvrsti na ploču od drveta. Zavrtnjima se pritegnu i krajevi dve bakarne žice čija se druga dva kraja spoje sa krajevima promenljivog kondenzatora. Prečnik antene je od nekoliko do više desetina centimetara, potrebna vrednost se nalazi eksperimentom. Ova antena je direktivna, što znači da veličina napona koji se indukuje u njoj zavisi i od pravca iz koga dolazi elektromagnetni talas. To pruža mogućnost da se okretanjem antene ostvari optimalan prijem stanice na koju je prijemnik podešen i istovremeno oslabe signali drugih predajnika. Ovakve antene se koriste pri goniometrisanju (traženju mesta sa koga emituje neki nepoznati predajnik).



Slika 7.24. Električna šema detektorskog VHF i UHF prijemnika

7.5. Najjednostavniji alarmni uređaj

Pri pomenu alarmnih uređaja, većina ljudi pomisli na uređaje koji se ugrađuju u automobile koji nam zagorčavaju život gromoglasnom bukom. Postoje, međutim, i mnogo tiši alarmi, koji nikome ne smetaju a svoje vlasnike upozoravaju na pojave koje bi mogle da imaju štetne posledice ako se potrebne mere ne preduzmu na vreme. Takvih nekoliko uređaja je opisano u ovom projektu.

Srce, ili duša, ako vam se to više sviđa, svih njih je relaksacioni oscilator čija je električna šema prikazana na slici 7.25. Kada se spoje tačke A-B i B-C, oscilator radi i iz zvučnika se čuje ton čija učestanost može da se podesi na željenu vrednost promenom otpornosti R1 i/ili kapacitivnosti C.

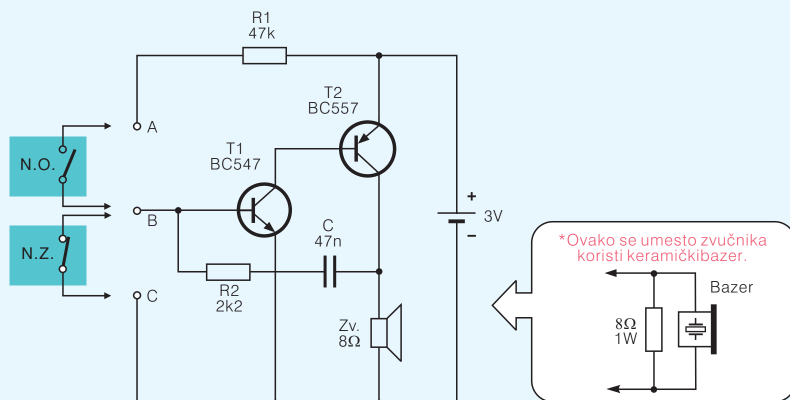
Sa N.O. i N.Z. su obeleženi mehanički ili elektronski pretvarači koji se ponašaju kao prekidači koji se otvaraju odnosno zatvaraju kada nastupi stanje na koje uređaj treba da upozori. Otuda i nazivi prekidača N.O. i N.Z :

N.O. - Normalno Otvoren, tj. otvoren dok je sve u redu, a zatvara se kada nastupi alarmantna situcija i

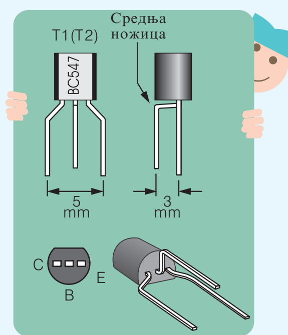
N.Z. - Normalno Zatvoren, tj. zatvoren dok je sve u redu, a otvara se kada nastane alarmantna situacija.

Ovaj alarmni uređaj može da se koristi na tri načina.

a. Između tačaka A i B se priključi N.O. prekidač



Izgled i podnožja tranzistora



Sl. 7.25. Električna šema oscilatora koji se koristi u alarmnim uređajima

a tačke B i C se kratko spoje komadom žice.

b. Između tačaka B i C se priključi N.Z. prekidač, a tačke A i B se kratko spoje.

c. Priključe se oba prekidača. Tada oscilator svira samo kada je N.O. zatvoren a N.Z. otvoren.

Praktična realizacija je prikazana na slici 7.26. Za povezivanje komponenata je iskorišćena letvica sa deset, kako to kažu električari, "taster klema". Ove kleme se koriste za povezivanje lustera, stonih lampi i sl. sa mrežnim naponom. Savijte nožice svih komponenata tako da budu na potrebnim rastojanjima i pripremite tri kratkospojnika. (To su komadi izolovane žice sa čijih krajeva je skinuta izolacija.) Odvrnite u izvesnoj meri, ne do kraja, sve zavrtnje. Uvucite nožice i krajeve kratkospojnika i pritegnite zavrtnje.

Nemojte da kratite nožice otpornika i kondenzatora, samo ih savijte i provucite tako da prođu ispod oba zavrtnja. Slično tome, neka krajevi kratkospojnika sa kojih je skinuta izolacija budu dugački oko 15 mm tako da i oni prođu ispod oba zavrtnja. Time se ostvaruju pouzdanija električna veza između komponenata.

* U srednjem delu slike 7.25 je prikazano kako se koriste zvučnik otpornosti 8Ω i bazer (zujalica).

* Ako koristite zvučnik, a zvuk koji stvara oscilator je suviše jak, dodajte na red sa zvučnikom otpornik. Probajte sa otpornikom otpornosti nekoliko oma pa, ako smanjenje jačine nije dovoljno, povećavajte otpornost.

* Smanjenje jačine može da se ostvari i upotrebom baterije od 1,5 V.

* Prekidač za isključivanje alarma može da se ubaci na red sa jednim od priključaka baterije. On nije neophodan jer uređaj, dok je u stanju pripravnosti, vuče iz baterije izuzetno malu struju.

* Ako koristite bazer, povećanje jačine zvuka se ostvaruje povećanjem učestanosti oscilatora, tako da ona bude jednak rezonantnoj učestanosti bazera. To se ostvaruje korišćenjem otpornika R1 manje otpornosti (recimo 22 kΩ) i kondenzatora manje kapacitivnosti (recimo 22 nF).

PRIMERI

Autor ovih redova je svojevremeno napisao knjigu o primeni oscilatora sa slike 4.25 u više od četrdeset različitih, jednostavnih alarmnih uređaja. Ovde će biti opisana samo nekoliko od njih, a na čitaocima je da smisle nešto što je njima potrebno.

Prvi primer je budilnik za lovce, ribolovce, ljude koji vole da posmatraju izlazak sunca i slične trudbenike kojima je potreban uređaj koji će ujutro da ih probudi ali samo pod uslovom da je vreme lepo. (Ako je oblačno ili pada kiša, oni bi radije da nastave da spavaju.)

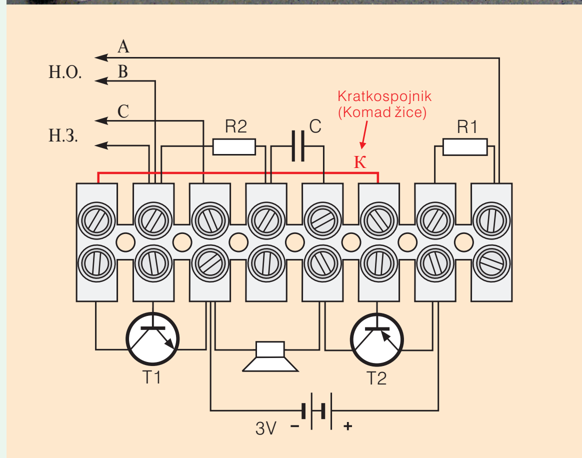
U ovom slučaju, kao N.O. prekidač koristi se foto otpornik (foto dioda, foto tranzistor) koji se vezuje između tačaka A i B, kao na slici 7.27. Ako se koristi foto tranzistor, kolektor se vezuje u tačku A, a ako se koristi foto dioda - anoda. Dakle, olabavite gornje zavrtnje A i B na slici 7.26, uvucite nožice foto otpornika pa pritegnite zavrtnje. Začuće se "muzika". Zaklonite rukom foto otpornik i muzike nema.

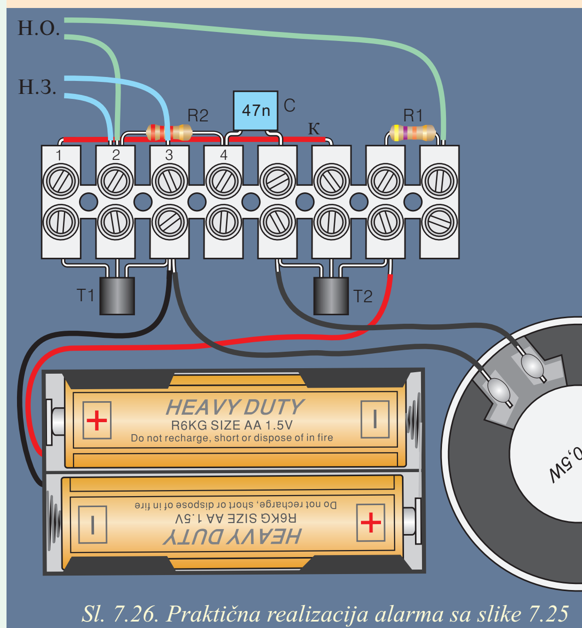
Princip rada je jednostavan. U odsustvu svetlosti otpornost foto otpornika je vrlo velika pa je struja baze tranzistora T1 praktično jednaka nuli i oba tranzistora su blokirana, ne provode struju, i oscilator ne radi. Pri svetlosti, otpornost je vrlo mala, manja od R1 i oscilator radi.

* Otpornik R se dodaje ako je potrebno smanjiti osetljivost uređaja, tako da se oscilator uključuje pri jačoj svetlosti. Veličina njegove otpornosti se najlakše nalazi pomoću trimer potenciometra od 100 kΩ. Trimer se, pomoću dve neizolovane žice priključi između tačaka B i C, a klizač se stavi u krajnji desni položaj, tako da mu je otpornost jednaka nuli. Pri svetlosti na kojoj želite da se alarm uključi, pažljivo okrećite klizač trimera dok oscilator ne proradi. Posle toga skinite trimer i izmerite otpornost između korišćenih priključaka pa između tačaka B i C priključite otpornik otpornosti približno jednake izmerenoj vrednosti.

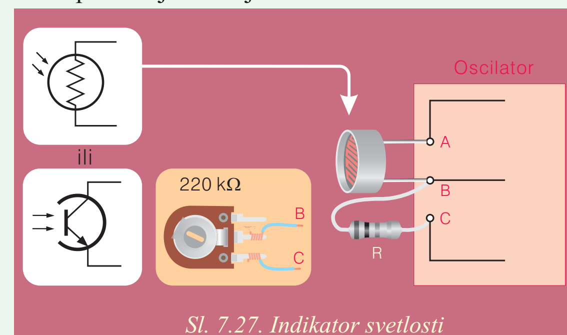
* Ako na slici 7.27 komadom žice spojite tačke A i B a foto otpornik vežete između tačaka B i C dobili ste budilnik za vampire i ostale trudbenike koji danju spavaju a ustaju, i kreću na posao, uveče, kada padne mrak. Kada obavite potrebna spajanja, oscilator ne radi. Zaklonite rukom foto otpornik i oscilator radi. Princip rada je vrlo jednostavan. Na svetlosti foto otpornik ima malu otpornost i spaja bazu T1 sa masom. Zbog toga kroz ovaj tranzistor, a time i kroz T2, ne teče struja i oscilator ne radi. Kada nema svetlo-







Sl. 7.26. Praktična realizacija alarma sa slike 7.25

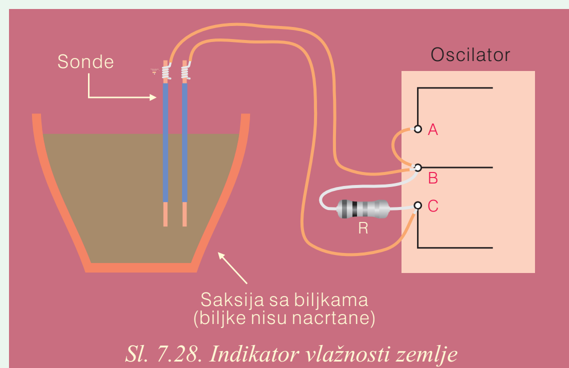


Sl. 7.27. Indikator svetlosti

sti, otpornost je vrlo velika tako da nema uticaja na tranzistore i oscilator svira.

* Osetljivost se podešava na isti način kao i u prethodnom primeru. Jedina je razlika u tome što treba koristiti trimer potenciometar veće otpornosti.

Alarm na slici 7.28 pruža ljudima koji vole cveće i gaje ga u saksijama u svojim stanovima pravovremeno upozorenje da je došlo vreme za zalivanje



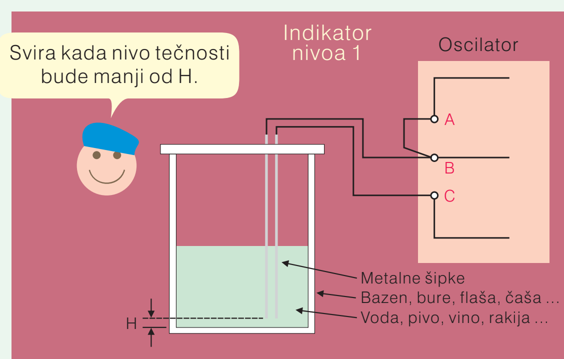
Sl. 7.28. Indikator vlažnosti zemlje

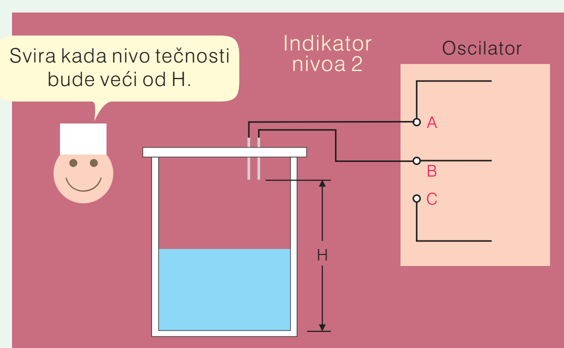
njihovih omiljenih biljaka. Sonde su dve izolovane bakarne žice prečnika oko 1mm, sa čijih je karajeva, u dužini oko 10 mm, skinuta izolacija. One se zabodu u zemlju u saksiji tako da njihovi vrhovi budu u prostoru u kome se nalazi i koren biljke. Sonde se pomoću dve savitljive žice spajaju sa tačkama B i C. Dok je vlažna, zemlja je dobar provodnik pa je između tačaka B i C vrlo mala otpornost koja sprečava rad oscilatora. Kako se zemlja suši, njena otpornost raste i kada postane dovoljno velika oscilator počinje da radi. U početku on stvara vrlo tih ton (nešto kao tuf, tuf, tuf...) ali kako se otpornost zemlje povećava taj ton postaje sve jači i pretvara se u prodorno zviždanje koje traje sve dok vlasnik biljaka ne zalije svoje ljubimce.

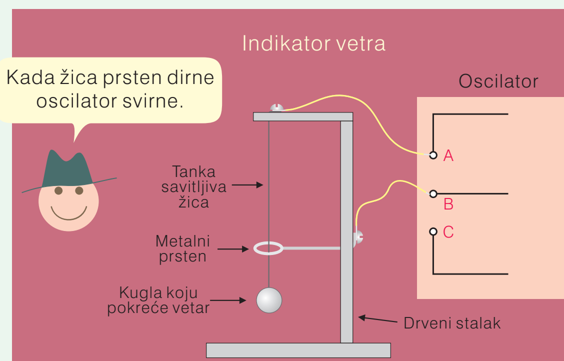
Podešavanje osetljivosti tj. podešavanje pri kojoj će vlažnosti zemlje da počne svirka vrši se otpornikom R, čija se veličina otpornosti nalazi pomoću trimer potenciometra, na isti način kao i alarmu sa slike7.27. Dakle, povežite trimer sa tačkama B i C pa mu, pri minimalnoj vlažnosti koja može da se toleriše, povećavajte otpornost dok oscilator ne proradi. Zatim klizač trimera vratite sasvim malo unazad da svirka prestane. Izmerite otpornost trimera i između tačaka B i C vežite otpornik čija je otpornost približno jednaka izmerenoj vrednosti.

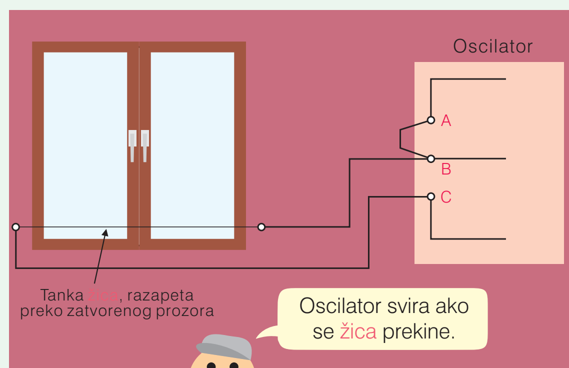
* Nedostatak alarma sa slike 7.28 je u tome što on ne bira vreme kada će početi da svira. Ako on počne da svira u neke sitne noćne sate, moglo bi da se desi da neki nervozni ukućanin izbaci kroz prozor i saksiju i alarmni uređaj. Ali postoji rešenje i za ovakve situacije. Uklonite kratak spoj između tačaka A i B na slici 7.28 i između njih uključite foto otpornik. Sada alarm radi samo po danu kada je otpornost foto otpornika vrlo mala. (Radiće i noću, ako je zemlja suva a onaj nervozni ustane iz kreveta i upali svetlo u sobi sa saksijama.)

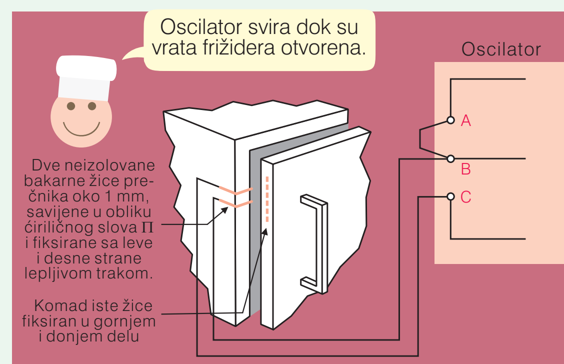
Evo još nekoliko primera u slikama.

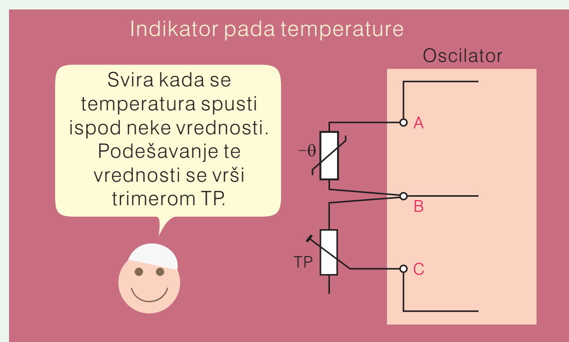


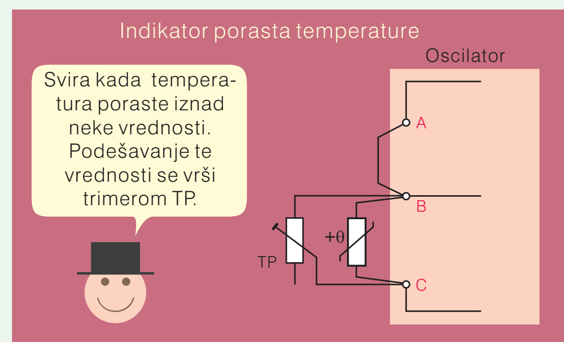






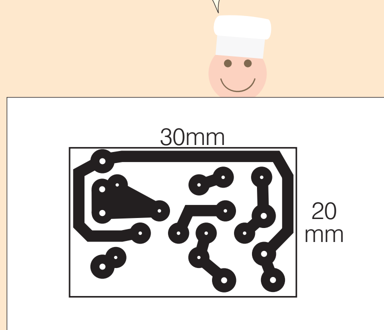




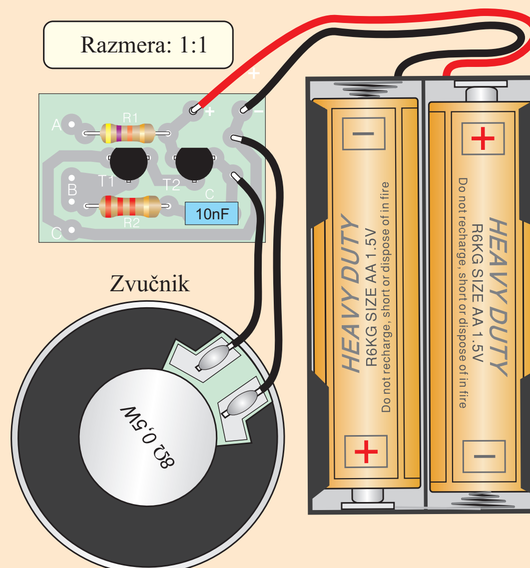


Praktična realizacija pomoću letve sa klemama, kao na slici 7.26, je moguća samo kod sasvim jednostavnih elektronskih uređaja. Ali, i tada, pravo, profesionalno rešenje je štampano kolo. Izgled štampanog kola oscilatora sa slike 7.25 je prikazan na slici 7.29. To je pogled na stranu lemljenja, stranu sa bakarnim linijama i stopicama. Komponente se nalaze na suprotnoj strani. Praktična realizacija je prikazana na slici 7.30. Na ovoj slici pločica je od tzv. vitroplasta koji je poluprovidan, tako da se kroz njega vidi i štampano kolo.

* Lemljenje priključnih žica na bateriju nije preporučljivo jer, ako se to ne uradi vrlo brzo, baterija može da eksplodira. Mnogo je bolje koristiti neko kućište za baterije, kao na slici.



Sl. 7.29. Crtež štampane pločice oscilatora sa slike 7.25



Sl. 7.30. Praktična realizacija oscilatora sa slike 7.25

Electronics Workbench

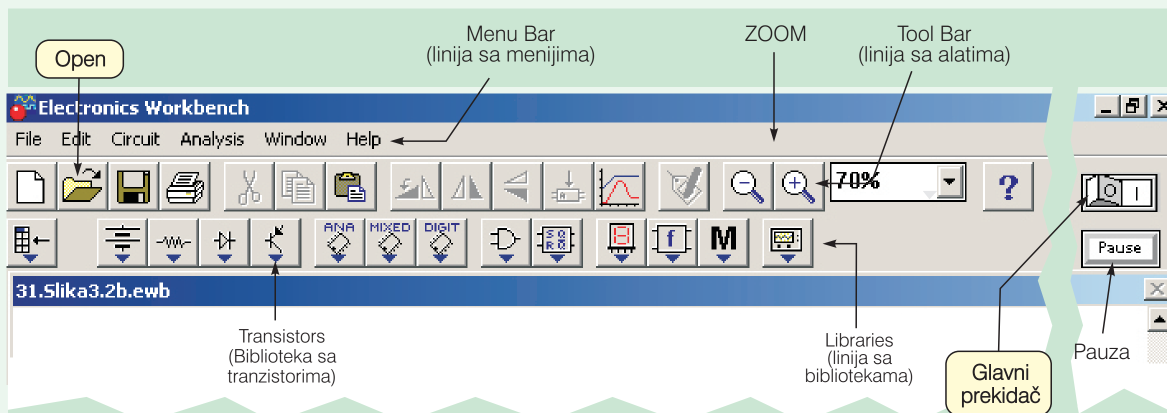
Electronics Workbench (Radni sto za elektroniku, u daljem tekstu EWB) je program za analizu rada različitih električnih i elektronskih kola, koji korisnicima omogućuje da, pre nego što se upuste u nabavku komponenata i praktičnu realizaciju nekog uređaja, izvrše kompjutersku analizu rada tog uređaja i provere da li su njegove karakteristike onakve kakve se očekuju prema prethodnom proračunu i, ako je potrebno, izvrše korekcije električne šeme i vrednosti upotrebljenih komponenata. Na primer, u slučaju ispravljača, EWB omogućuje da se ispravljač detaljno analizira, da se vide oblici i izmere veličine svih napona i struja, izmeri opseg promene izlaznog napona, uticaj promena mrežnog napona i veličine struje potrošača na veličinu izlaznog napona, menjaju komponente i njhove vrednosti itd. Jednostavno, program omogućuje da se na električnoj šemi ispravljača izvrše sve moguće provere i testovi, uključujući i one koje u stvarnosti ne bi smeli da probate zbog opasnosti od trajnog oštećenja komponenata. Ista stvar je i sa ostalim elektronskim uređajima, audio-pojačavačima, radio-prijemnicima, alarmima itd.

Uz svaku od knjiga *Praktične* ELEKTRONIKE (PE1, PE2, PE3...) idu i folderi PE1-EWB, PE2-EWB, PE3-EWb... u kojima se nalaze simulacije električnih šema iz dotične knjige, rađene u EWB-u. Ovi folderi su u folderu EWB SIMULACIJE - PRIMERI na početnoj strani sajta. Uputstvo za korišćenje EWB-a je u knjizi ELECTRONICS WORKBENCH. Ovo mini uputstvo je namenjeno čitaocima koji nemaju vremena da čitaju uputstvo, a žele da pogledaju PE1-EWB, PE2-EWB, PE3-EWB...

Program Electronics Workbench možete da skinete sa Interneta, sa nekog od sajtova koji nude Free Download. Jedan od njih, aktivan u vreme pisanja ovog teksta, je ovaj ispod. Kliknite na:

http://oprekzone.com/download-ewb-electronic-workbench-5-12-free/

Dakle, pokrenite program i na upozorenje *Culd not open file* kliknite na dugme *OK*. Na ekranu je slika X. To je virtuelni laboratorijski radni sto na kome se crtaju i analiziraju električne šeme elektronskih uređaja. Zapravo, to je gornji deo stola u kome su linija (polica) sa menijima, linija sa alatima i linija sa bibliotekama.



Kliknite na svaki od menija i proučite šta je "na jelovniku". Stavite vrh kursora na svaku od ikona u liniji sa alatima, sačekajte da se pojavi ime biblioteke pa kliknite i pogledajte šta je u njoj.

Kliknite na ikonu *Open.* Na ekranu se pojavljuje prozor Open Circuit File. Kliknite na Drives i pronađite gde se nalaze folderi PE1-EWB, PE2-EWB, PE3-EWb... . Otvorite folder koji vas interesuje i kliknite dva puta brzo na fajl koji želite da otvorite. Ako, recimo, tako postupite i u PE3-EWB dva puta kliknete na fajl "01.Jednostrani 1.ewb", na ekranu će se pojaviti električna šema jednostranog usmerača. Ako je slika zbrkana, uhvatite za gornji deo prozor Description i pomerite ga na neko zgodno mesto. Isto učinite i sa osciloskopom i, ako je potrebno, sa šemon, tako da dobijete lepu, preglednu sliku. Ako je suviše sitno, zumirajte. Prvo postupite po upustvu u prozoru *Description,* a onda probajte sve šta vas interesuje. Kad završite, ponovo kliknite na ikonu Open pa dva puta na fajl "02.Jednostrani 2.ewb" itd.

Autor savetuje čitaoce da, dok čitaju knjigu (PE1, PE2, PE3...), imaju pred sobom na ekranu monitora šemu o kojoj je reč u knjizi i da postupe po uputstvu iz prozora Description, ali i da probaju sve drugo što im padne na pamet u vezi sa tom šemom.

Ako ste nešto menjali na slici i to što ste napravili želite da sačuvate, kliknite na *File*, pa na *Save As*..., dajte novo ime i snimite ga gde želite. Ako to ne želite, na pitanje *Save changes* . . . kliknite na *No*.

Najčešće korišćeni postupci pri analizi kola iz foldera PEX-EWB su:

* Početak analize - kliknite na glavni prekidač. Zaustavljanje - kliknite na *Pause*.

* Proširenje slike osciloskopa - kliknite na dugme *Expand* na slici osciloskopa. Smanjenje slike - kliknite na dugme *Reduce*.

* Promena vrednosti komponenata (otpornosti, kapacitivnosti, napona izvora itd.) - kliknite dva puta na komponentu pa na dugme *Value*.

* Pomeranje klizača potenciometra - pritisnite na tastaturi na dugme na kome je slovo koje se u nazivu potenciometra nalazi u uglastim zagradama. Pomeranje u suprotnom smeru se ostvaruje tako što se prstom leve ruke pritisne dugme *Shift* a prstom druge ruke dugme u uglastim zagradama.

* Pomeranje komponenata - stavite kursor na komponentu, pritisnete levo dugme, pomerite komponentu i otpustite dugme.

* Brisanje - kliknete na ono što treba obrisati pa pritisnete dugme *Del* na tastaturi.

* Dovodjenje instrumenata na ekran - kliknite na ikonu biblioteke *Instruments,* stavite kursor na željeni instrument, pritisnite desno dugme na mišu, pomerite instrument gde želite i otpustite dugme.

* Povezivanje komponenta - stavite vrh kursora na kraj priključka komponente, tako da se pojavi mali crni krug, pritisnete levo dugme i pomerite vrh kursora do vrha druge komponente, tako da se i tu pojavi mali crni krug, i otpustite dugme.

* Povezivanje komponente sa već nacrtanim provodnikom - stavite vrh kursora na kraj priključka komponente, tako da se pojavi mali crni krug, pomerite vrh kursora na provodnik, tako da se i tu pojavi mali krug, i otpustite dugme.

* Opis komponenete - kliknete na komponentu pa na dugme sa znakom pitanja u *Tool Bar*-u.

* Okretanje komponente - kliknete na komponentu pa na dugme *Rotate*, *Flip Vertical* ili *Flip Horizontal* u *Tool Bar*-u.

* Zaustavljanje analize i posmatranje napona na osciloskopu - kliknete na dugme *Pause* (ispod glavnog prekidača) pa na dugme *Expand* (na osciloskopu) i pomerite sliku.

* Merenje napona osciloskopom - pomerite kursor 1 na vreme koje vas interesuje i pročitajte veličinu napona u prozoru "Napon"

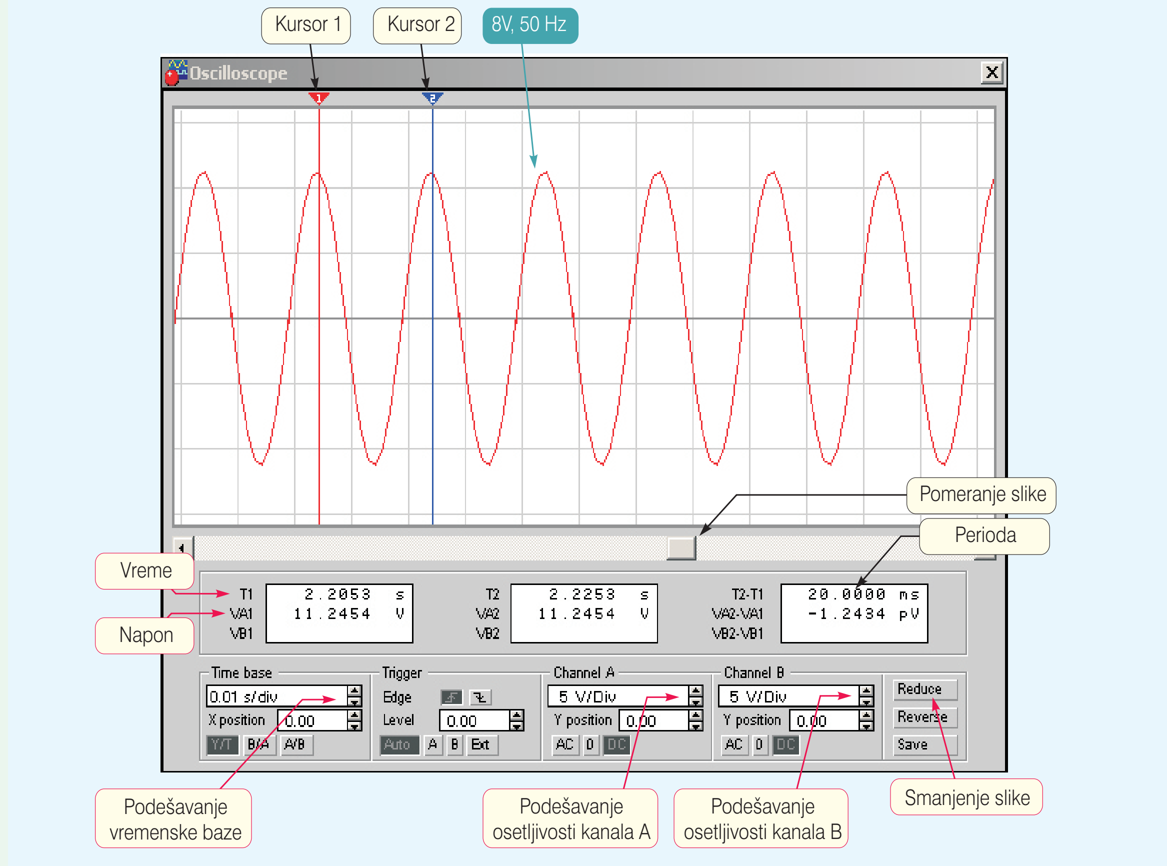
* Merenje učestanosti - podesite kursor 1 na neki maksimum napona, podesite kursor 2 na sledeći maksimum i u prozoru "Perioda" pročitate periodu T. Učestanost se izračuna po obrascu f = 1/T.

* Posmatranje talasnog oblika struje osciloskopom - u granu kroz koju teče struja ubacite *I/U* pretvarač (*Current-Contolled Voltage Source* iz biblioteke *Sources*) a na njegov izlaz priključite osciloskop. Napon na izlazu *I/U* pretvarača je istog oblika kao struja.

* Zatvaranje prozora *Description* - kliknite na X u gornjem desnom uglu. Otvaranje - pritisnite istovremeno dirke *Ctrl* i *D*.

* Zatvaranje programa - kliknite na *File* u *Menu Bar*-u pa na *Exit*.

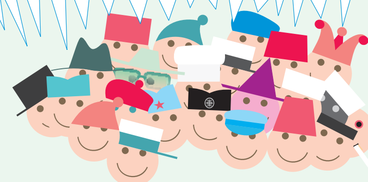
* Upoznavanje sa osciloskopom. U PE1-EWB\Otpornici otvorite fajl "00. Osciloskop.ewb", kliknite na glavni prekidač pa na dugme *Pause*, pa na dugme *Expand* (na osciloskopu). Isprobajte sve što može da se uradi prema oznakama na slici XX.



Slika XX. Proširena slika EWB-ovog osciloskopqa

Ако сте имали неке користи од ове књиге, помозите одржавање и даљи напредак овог сајта. Донирајте колико можете. Погледајте "Како (ако) донирати" на почетној страни.

Сваки динар је добро дош'о.



Praktična

ELEKTRONIKA 2

Filipović D. Miomir

PRAKTIČNA REALIZACIJA ELEKTRONSKIH UREĐAJA



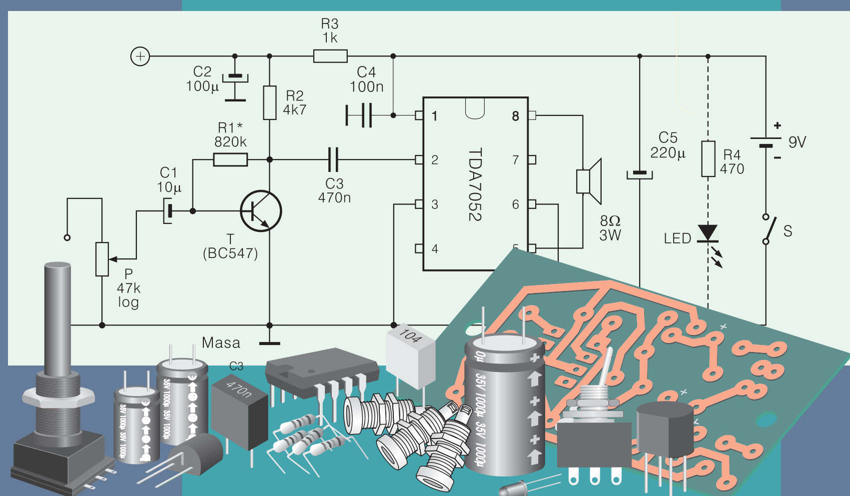
Alati, projektovanje i izrada štampane ploče, montaža i povezivanje komponenata, hladnjaci, kutije, provera ispravnosti uređaja, primeri . . .

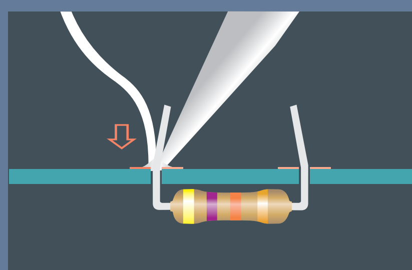
Prednja korica verzije knjige za štampu

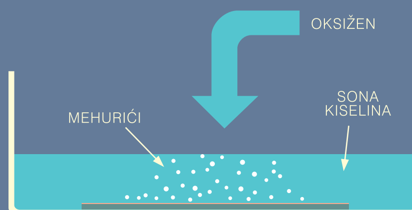


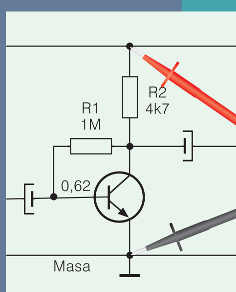
Serija knjiga "Praktična ELEKTRONIKA" je namenjena svima koji žele da sami, svojim rukama, naprave ispravljač, audio-pojačavač, radio-prijemnik, radio-predajnik, alarm i mnoge druge elektronske uređaje. Knjiga koju držite je druga iz serije, a posvećena je praktičnoj realizaciji elektronskih uređaja.

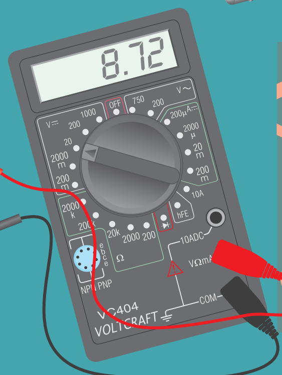


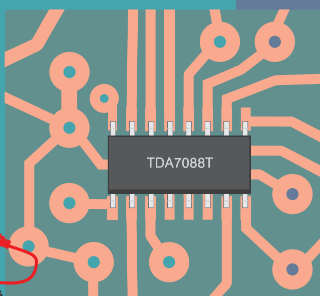












Zadnja korica verzije knjige za štampu



Pogledajte VIDEO klipove
u vezi sa ovom knjigom.

2. *P*E2 - Praktična realizacija elektronskih uređaja

Pe2a - EWB - Radio-prijemnik sa drejn detektorom
https://youtu.be/OMdHgvgTuiw

PE2b - EWB - Stabilisani ispravljač
https://youtu.be/Ysd7gqpyXUc

PE2c - Alati
https://youtu.be/Q85tznqsEkI

PE2d - Izrada štampane pločice
https://youtu.be/FRH8P1RpycA

PE2e - Lemljenje
https://youtu.be/QgnSQFNgCWo

PE2f - Upotreba protoborda (matadora)
https://youtu.be/OI5QxfDoG7M